

LIBRO DE
INSTRVMENTOS

NVEVOS DE GEOMETRIA

muy necessarios para medir distancias, y
alturas, sin que interuengan numeros,
como se demuestra en la
práctica.

*DE MAS DESTO SE PONEN
otros tratados, como es vno, de conduzir aguas, y otro vna
question de artilleria, en donde se ponen algunas
demostraciones curiosas.*

POR ANDRES DE CESPEDES,
Cosmographo mayor del Rey
nuestro Señor

DIRICIDO AL SERENISSIMO
*Señor Archiduque Alberto, Conde de Flandes,
Duque de Brabantie, &c.*



CON PRIVILEGIO.

En Madrid, Por Iuan de la Cuesta.

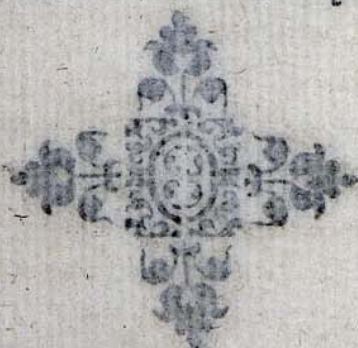
Año. M. DC VI.

LIBRO DE
INSTRUMENTOS
NAVEGOS DE GEOMETRIA
muy necesarios para medir distancias y
alturas sin que intervengan numeros,
como se demuestra en la
practica.

DE LAS DESTOS SE PONE
errores errados, como es uno de conducir aguas, y otro para
quefion de artileria, en donde se ponen algunas
demostraciones curiosas.

POR ANDRES DE CESPEDES,
Cosmographo mayor del Rey
nuestro Señor

DICIDO AL SEÑOR ENRIQUE
Señor Archiduque Alberto, Conde de Flandes,
Duque de Brabant, &c.



CON PRIVILEGIO

En Madrid, Por Juan de la Cuesta.

Año. M. DC. VI.

MEMORIA DE LOS LIBROS

que tengo escritos en lengua Castellana.

- 1 Teorica, y fabrica del Astrolabio, y los vsos del.
- 2 Vn comento sobre la Esfera de sacro Bosco.
- 3 Vn comento sobre las Teoricas de Purbachio.
- 4 Vnos Equatorios, o Teoricas, por los quales sin tablas se puede saber los lugares de los Planetas en longitud, y latitud: tambien se ponen instrumentos con que saber los eclipses.
- 5 Vnas Teoricas que contienen tres partes: en la primera, las Teoricas segun la doctrina de Copernico: en la segunda, se declarará, segun nuestras obseruaciones la causa porq van errados los monimientos del Sol, y Luna, assi en Copernico, como en el Rey don Alonso: en la tercera, se dize de las estaciones de los Planetas, con vn tratado de Parallaxis.
- 6 Vna perspetiua teorica, y practica.
- 7 Vn regimiento de nauegacion.
- 8 Vna hydrografia general.
- 9 Vn libro de mechanicas, donde se pone la razon de todas las machinas, en la segunda parte se ponen treynta machinas para exercicio, y algunas son de importancia.
- 10 Vn libro de Reloxes de Sol, que los enseña a fabricar en qualquiera superficie que sea, y descrenir en ellos todos los circulos que quisieren imaginar en el primero mobil, y esto por diferentes caminos.
- 11 Vn islario general donde se pone la descripcion de todas las islas q aora se saben, con la historia, y cosas notables dellas.

Otros muchos tratados tengo escritos en varias materias, principalmente de fabricas de instrumentos matematicos, assi de los que yo tengo inuentado como de otros, y todos los tengo labrados por mi mano, desde fundir el metal, hasta ponerlos en su perfeccion.

T A S S A.

YO Francisco Martinez escriuano de Camara de su Magestad, y vno de los que en su Consejo residen, doy fee, que por los señores del dicho Consejo fue tassado vn libro intitulado, *De instrumentos nuevos de Geometria*, compuesto por el Licenciado Andres Garcia de Cespedes, Cosmographo Mayor de su Magestad, à cinco maravedis cada pliego, y que al dicho precio, y no mas se venda el dicho libro: y que esta fee de tasa se ponga en la primera hoja de cada libro, para que se sepa el precio del, y que no se venda sin estar puesta en el principio de la primera hoja de cada volumē, como dicho es, so pena que el que lo imprimiere, y vendiere sin la poner, cayga, è incurra en las penas contenidas en las leyes, y prematicas destos Reynos que sobre la impresion de los dichos libros disponen. Y para que dello conste de pedimiento del dicho Licenciado Andres Garcia de Cespedes, y de mandamiento de los dichos señores del Consejo di esta fee en Valladolid, a diez dias del mes de Hebrero, de mil y seyscientos y seys años.

Francisco Martinez.

Testimonio del Corrector.

VI este libro intitulado, *De instrumentos nuevos de Geometria*, y en el no ay cosa alguna que notar que no corresponda con su original. Dada en Madrid en 3. dias del mes de Enero, de 1606.

*El Licenciado Francisco
Murcia de la Llana.*

AL SERENISSIMO
señor Archiduque Alberto
Conde de Flandes.



A R E C E R A Acreui-
miento presentar a V. A. este
pequeño trabajo, pero no lo sera
conocida mi voluntad y desseo de
deservir a V. A. Hame pareci-
do, que aunque auia otras obras
de mas importancia que ofrecer
a V. A. que por aora esta era
mas apropiado entre las que al presente tenia, assi por es-
tar V. A. tan ocupado en las cosas de la guerra, y que el
tiempo no dara lugar a la leccion de los libros, como por la
descomodidad que tengo, por estar ocupado en la impresion
de vn Regimiento de nauegacio que su Magestad me man-
dò hazer. En este tratado se ponen dos instrumentos que
hize en Lisboa para V. A. con el uso, y su demostracion,
q̃ para entre soldados pueden ser de prouecho, pues el obrar
con ellos se haze con tanta facilidad. V. A. reciba mi buen
desseo, que si la obra igualara con el, yo quedara satisfecho
de auer cumplido con el reconocimiento que deuo, como cria-
do de V. A. a quien Dios guarde muchos años. De Ma-
drid, Enero catorze, mil y seiscientos y seis.

Andres Garcia
de Cespedes.

Muy poderoso señor.

POr mandado de V. Alteza he visto este libro intitulado, *Instrumentos nuevos de Geometria*, compuesto por el Licenciado Andres Garcia de Cespedes, y me parece que asì por no tener cosa que ofenda, como por ser tan docto, y curioso, se le puede dar la licencia, y priuilegio que el Autor suplica, para que acompañe a los demas libros desta profesion que ha compuesto como obras de persona tan insigne, de quien es razon se gozen tan ingeniosos trabajos. En Valladolid, a nueue de Otubre, de. 1604.

*El secretario Tomas Gracian
Dantisco.*

Suma del priuilegio.

Tlene priuilegio de su Magestad Andres Garcia de Cespedes, Cosmographo mayor de su Magestad por diez años para poder imprimir este libro intitulado, *Instrumentos nuevos de Geometria*. Su data en la Ventosilla en. 20. de Otubre de mil y seyscientos y quatro años. Passò ante Iuan de Amezqueta.

AL LECTOR.



Stando en Portugal en seruicio del serenissimo Archiduque Alberto, como le hiziesse algunos instrumētos matematicos, me mādô q̃ le hiziesse vn instrumento con q̃ se pudiesse medir qualquiera altura, y distācia, sin q̃ fuesse necessario de interuenir numeros, imaginādo algunos q̃ para este efeto pudierā seruir. El q̃ mas a proposito me parecio, es vn quadrado que aqui se pone, el qual tiene poca fabrica, y facilidad en el obrar, en todas las operaciones se le pone su demostracion.

Tambien le di para el mismo efeto el baculo que llaman de Iacob, que aunque la inuencion del no es mia, pero pusele la demostracion de los vsos del, que hasta aora no la he visto, y creo que por no la tener, le tenian en poco, siendo el mas acomodado instrumento de quantos se han inuērado, para medir altura, y anchura, con este, y con el quadrado con cada vno dellos enseñamos a medir qualquiera altura, y distancia con dos, y con la vna estacion, aunque no se pueda llegar a lo que se mide.

Tambien se puso la demostracion de la fabrica de vn niuel que vi en casa de Iuan de Herrera, Architecto que fue de su Magestad, que tampoco he visto quien la ponga.

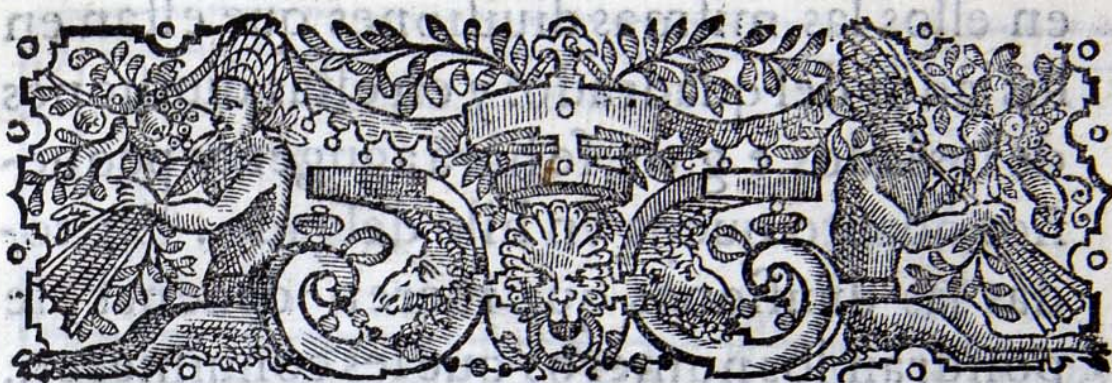
Contiene tambien este libro vn tratado de conduzir aguas, dōde se declaran las dificultades q̃ a cerca desta materia se puedē ofrecer, y el remedio dellas, es de importancia para semejāte efeto. Tuue ocasion de escriuir este tratado hallādomē en Burgos, vi q̃ la ciudad queria traer vna fuente que nacia en vna cuesta bien alta, para vn barrio dentro della, q̃ tambien estaua alto, y aunq̃ no tanto como el nacimiento de la agua, y entre la vna altura, y la otra auia vn valle llano, y viēdo vn dia el edificio del encañado, dixē a vn amigo mio que se dezia Martin de la Haya, que aquellos hombres gastarian su dinero, pero que no subirian la agua donde pretēdian, y

AL LECTOR.

dian, y tenian obligacion entonces los oficiales se rieron de mi, aunque despues lloraron, porque gastaron sus hazien-
das, y no pudieron fabir la agua donde estauan obligados,
por mas prueuas que hizieron, y assi les acontece a los que
no quieren tomar consejo.

Tambien estando en Lisboa, fuy vn dia a visitar al Ca-
pitan Alonso de Cespedes, Teniente de General de la arti-
lleria del Reyno de Portugal, y topele con vnos Artilleros
que estauan disputando, en que eleuacion tiraua mas vna
pieça de artilleria, y como solamente la question se resolua
en lo que cada vno hallaua por experiencia, por la mayor
parte dellos quedò assentado, que en quarenta y cinco gra-
dos de eleuacion alcançaua mas que en otra ninguna. El Ca-
pitan Cespedes que sabia que yo tenia alguna noticia desto,
por auerme hallado en el castillo de Burgos en tiempo que
alli auia fundicion, y mucho exercicio en la pratica, me pi-
dio que le diese por escrito la razon de lo que alli se trata-
ua con el examen del calibo, lo qual le di con algunas ad-
uertencias acerca desta materia. Hallandome cõ los borra-
dores destos tratados, me parecia que haria algun seruicio a
la republica si los imprimiesse, pues la costa era poca, y el
prouecho que de aqui podria redundar seria mucho: y re-
cibasse mi buen desseo, que si me bastassen las fuerças co-
mo tengo la voluntad de seruir a mi patria, otras cosas de
mayor importancia, assi en esta materia, como en otras pō-
driamos en la estampa.

CAPIT.



CAPITULO PRIMERO, EN
que se enseña la fabrica de vn Quadrante
Geometrico, con el qual se puede medir qual-
quiera distancia, altura, y profundidad,
sin que sea necessario de que in-
teruegan numeros.

TOMESE Vna tabla quadrada
 de madera, o de laton, a b c d, y
 en ella se tome, g a, que sea la ter-
 cia parte del lado, a d: y tirese la li-
 nea, g e f, equidistãte de, a b: tomese, e g, igual
 de, g a, y sobre el punto, e, se haga el quadra-
 do, e H K n: diuidase cada lado deste quadra-
 do en 100. partes yguales, y las diuisiones
 opuestas se juntẽ cõ lineas, y las q̃ fuerẽ die-
 zes se señalẽ con pũtillos. Los lados, H e, f e,
 se estiendan hasta los puntos, g, r, poniendo
 A en

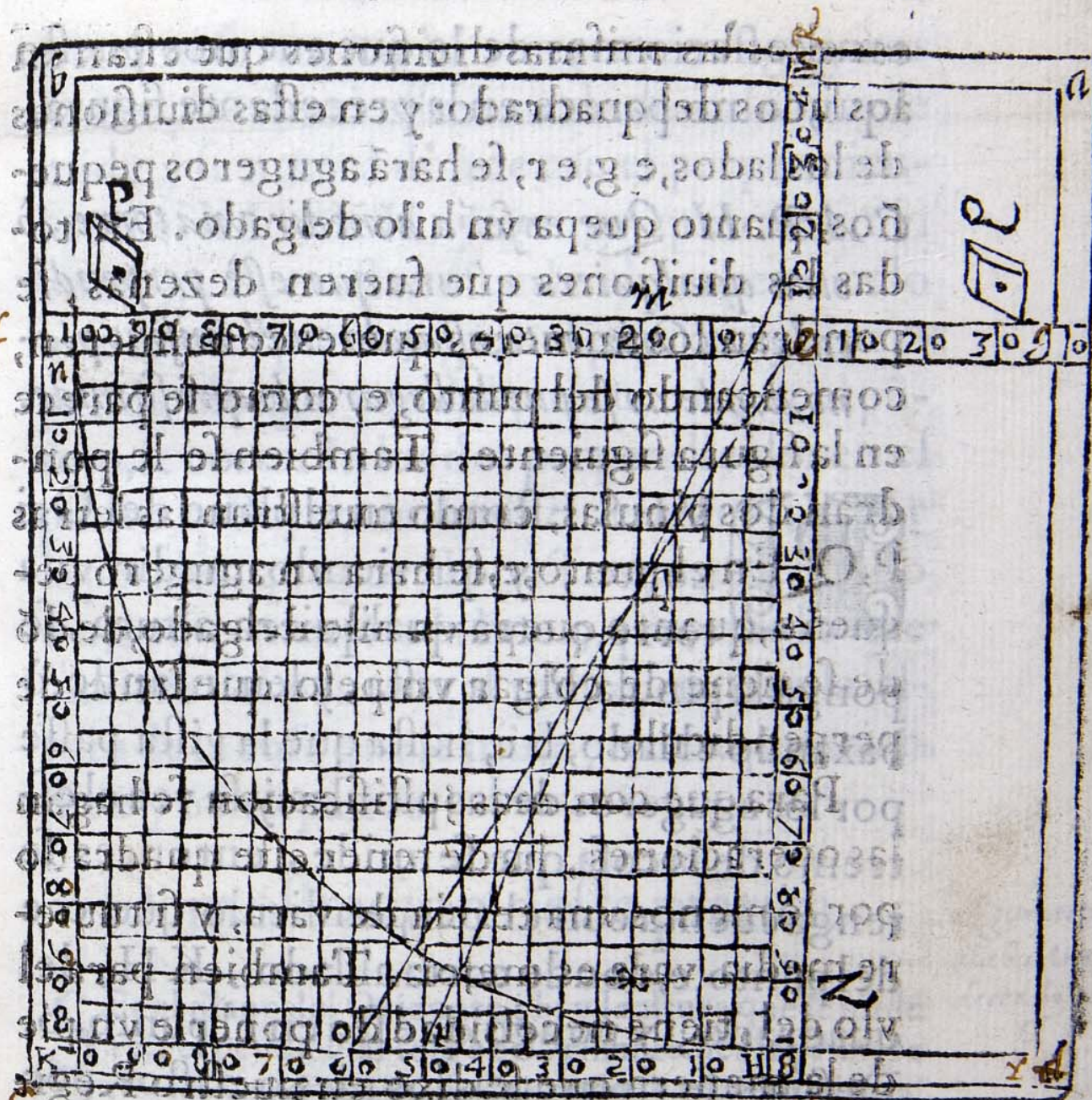
Instrumentos de

en ellos las mismas diuisiones que estan en los lados del quadrado: y en estas diuisiones de los lados, e g, e r, se harã agugeros pequeños, quanto quepa vn hilo delgado. En todas las diuisiones que fueren dezenas, se pondran los numeros que les conuinieren, comenzando del punto, e, como se parece en la figura siguiente. Tambien se le pondran dos pinulas, como muestran las letras P, Q. En el punto, e, se hara vn agugero pequeño, quanto quepa vn hilo delgado, de dõ de se tiene de colgar vn peso que sirue de perpendicular.

Para que con mas justificacion se hagan las operaciones, ha de tener este quadrado por lo menos vna tercia de vara, y si tuuiere media vara es mejor. Tambien para el vso del, tiene necesidad de ponerle vn pie de la manera que se dixo en nuestro Regimiento de nauegacion, porque en la mano no puede estar seguro.

Tambien sobre el centro, e, se puede hazer el quadrante de circulo, n H, que puede seruir para muchas operaciones.

Por



Por el riuerso deste Quadrado se pue
de hazer vn Quadrante para tomar la altu
ra del Sol, y estrellas, de la manera que en
señamos en nuestro Regimiento. Para en
quanto a medir, como auemos dicho, no

A 2 es

Instrumentos de

es necesario mas de lo que auemos puesto aqui, como parece en la precedente figura.

C A P. II. Que enseña a medir vna torre, ò otra qualquiera altura que esté perpendicular al Orizonte, estando en el mismo plano, donde no se puede llegar a lo que se mide.

PUES Estando en el plano del Orizonte, y queriendo medir vna torre, o otra qualquiera altura, se ponga la pinula, P, a la vista, y leuanto, ò baxando el lado, b c, hasta que la vista passe por los agujeros de las pinulas, y se vea el extremo de la cosa que se mide, entonces se tenga cuenta con el perpendiculo que cae del punto, e, donde corta al lado, K H, del quadrado; y pongo que sea en el punto, o. Despues se tiren atras los pies, o passos, por linea recta, que pareciere ser en proporció, assi de la distancia que ay a lo que se mide, como de la altura: y pongo que la retirada son 10. passos, pues passaré el perpendiculo al agujero 10. en el lado, e r, y en esta segunda estacion

Instrumentos de

diculo al lado, Kl , en p , y cortará al perpendicular, $e o$, en q . Tirese, $q h$, perpendicular sobre, $e m$, y el rayo visual es, $s K e a$. Pues digo, que la altura, ba , es tantos pasos quantas partes es, $h q$. En la primera estacion, el angulo $K e o$, es ygal al angulo, $d a b$, por la 29. del primero de Euclides: luego el angulo, $o e m$, es ygal al angulo, $a d b$, por la 32. del primero de Euclides: por lo qual el triangulo, $e q h$, es equiangulo al triangulo, $a d b$.

En la segunda estacion, el angulo, $s a b$, es ygual al angulo, $n r e$, por la 29. del primero de Euclid, y por la misma el angulo, $n q h$, es ygual del angulo, $n r e$: luego el angulo, $r n e$, es ygual del angulo, $s a b$, por la 22. del primero de Euclides: por lo qual el triangulo, $q n h$ es equiangulo del triangulo, $s a b$: y por la quarta del sexto de Euclides, los lados seran proporcionales, que como se ha el lado, $q h$, con el lado, $h n$, afsi se ha el lado, $a b$, con $b s$: y como se ha el lado, $q h$, con, $h e$, afsi se ha, $a b$, cō, $b d$: alternadamente, como se ha, $q h$, antecedente al antecedente, $a b$, afsi se ha el conseqüente, $h n$, al conseqüente

bs: y como se

ha, q h, con, a b,

afsi, h e, cō, b d.

Luego la pro-

porciõ de, h n,

con, b s, es la

misma que, he,

con, b d, por la

II. del quinto

de 7 Euclides:

pues la vna y

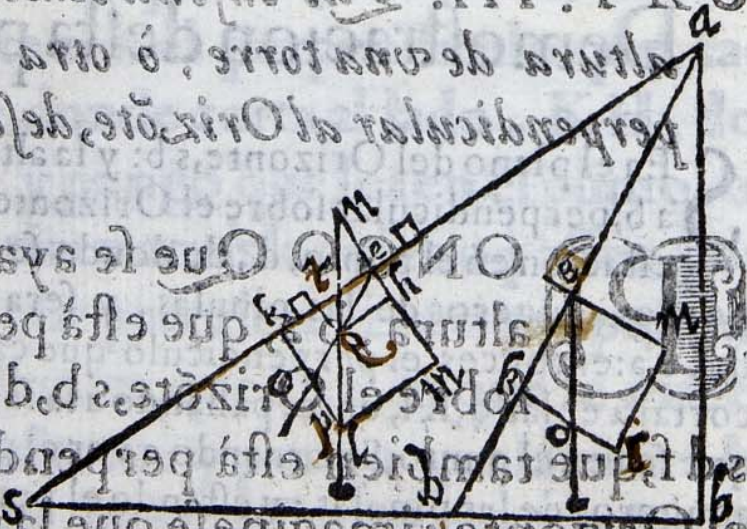
la otra propor

ción, es como

q h, con a b. Y r

44-38861-611

STUDIES



dose

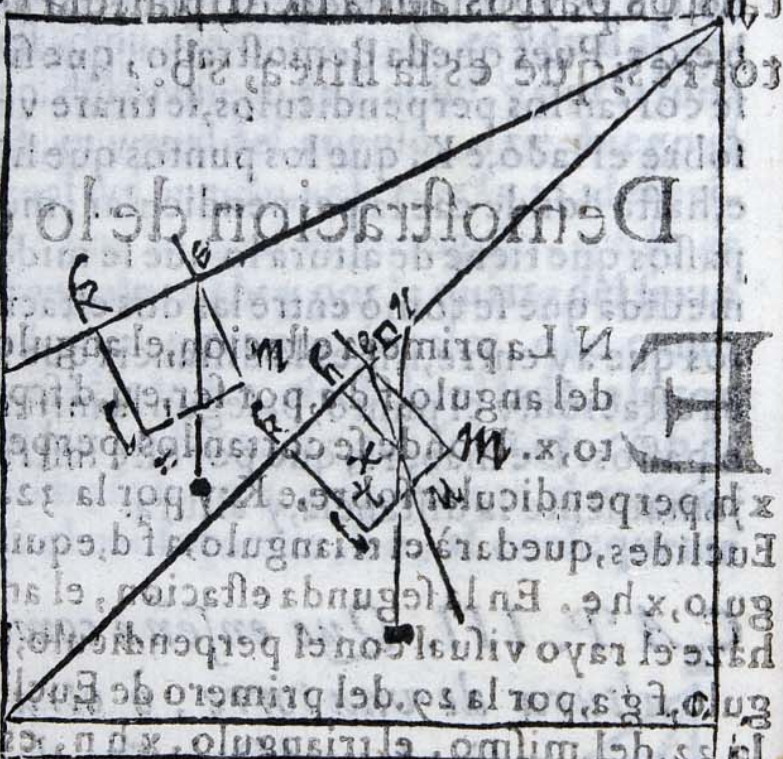
do se el todo, nh , con el todo, sb , como la parte, eh , con la parte, db . el restante, ne , se aura con el restante, sd , como, nh , con, sb . Esta es prouado, que, nh , con, sb , se aura como, qh , con, ba . luego ne , con, sd , se ha como, qh , con ba : y quantos puntos ay en, ne , tantos pasos se tomaron en, sd . luego quantos puntos huviere en, qh , tantos pasos aura en, ba , que es la altura de lo que se mide: y el lado, qh , es ygal del lado, et , por estar entre las paralelas he , qt . Pues queda demostrado, que si del punto donde se cortan los perpendiculos, se tirare vna perpendicular sobre el lado, eb , que los puntos que huviere del punto e , hasta donde cae la perpendicular, muestran los pies, o pasos que tiene de altura lo que se mide, segun fuere la medida que se tomo entre las dos estaciones: y los puntos que ay entre, nh , es la distancia que ay entre la segunda estacion, y el punto, b , segun la misma cuenta de pies, o pasos. De manera, que por este instrumento se miden juntamente la distancia, y altura.

C. A. P. III. Que ensena como se medira la altura de vna torre, ò otra cosa que este perpendicular al Orizõte, desde otra torre.

PONGO Que se aya de medir la altura, ba , que està perpendicular sobre el Orizõte, sb , desde la torre sd , que tambien està perpendicular sobre el Orizõte: imagine se que la torre, sd , se va leuantando de suerte, que, sf , sea de la altura

Instrumentos de

altura de, b a: y quedará la línea, f a, paralela del Horizonte, s b. Puesto el que mide en el punto, d, y mirando por los agujeros de las pinulas el punto, a, el perpendículo que cae del punto, e, cortará la línea, l m, por el punto, u. Ba-
f xese el que mide al punto, g, y torne a ver por los agujeros de las pinulas el punto, a, estando el perpendículo en el
g punto, n, tantos puntos apartado del punto e, quantos passos ay entre el punto, g, y el punto, d, y cortará el perpendículo por el punto, t, al lado, l m, cruzandose los dos perpendículos en el punto, x: del qual se tomará la línea, x h, que sea paralela de, m e, y caera en el lado, e K, y los puntos q̄ huviere
del



del punto, m, al punto, h, tantos passos ay del punto, g, al punto, f, que es lo mismo que la altura, b a, menos la cantidad, g s, que es lo que ay de la segunda estacion al Orizôte. Y los puntos que huviere en la linea, h x, tantos passos aura de distancia entre las dos torres, que es la linea, s b.

Demostracion de lo dicho.

EN La primera estacion, el angulo, u e K es ygualel del angulo, f d a, por ser, e n, d f, paralelas del punto, x. Donde se cortan los perpendiculos se tire x h, perpendicular sobre, e K: y por la 32. del primero de Euclides, quedara el triangulo, a f d, equiangulo del triangulo, x h e. En la segunda estacion, el angulo, g n t, que haze el rayo visual con el perpendiculo, es ygualel del angulo, f g a, por la 29. del primero de Euclides: luego por la 32. del mismo, el triangulo, x h n, es equiangulo del triangulo, g f a. Luego por la 4. del sexto, los lados seran proporcionales, y assi se ha x h, con, h n, como, a f, con f g: y como se ha x h, con, h g, assi se ha a f, con, f d: y alternadamente, como se ha el antecedente, x h, con el antecedente, a f, assi el conseqüente, h n, con el conseqüente, f g. Tambien como el antecedente, x h, con el antecedente, a f, assi el conseqüente, h e, con el conseqüente, f d: luego por la 11. del quinto, la proporcion que tiene h n, con, f g, es la misma, h e, con, f d, porque la una, y la otra proporcion, es como la que tiene, h x, con, f a. Pues el

l b

B

todo

Instrumentos de

todo, $h n$, se ha con el todo, $f g$, como la parte, $h e$, con la parte, $f d$: por la 19. del quinto, el restante, $e n$, se aura con el restante, $d g$, como el todo, $h n$, con el todo, $f g$: y la proporcion que tiene, $e n$, con, $d g$, es proporcion de yqualdad, porque tantos passos tiene, $d g$, como puntos, $e n$: luego tantos passos tendra, $f g$, como puntos, $h n$, que es lo que se pretendia prouar. Y siendo hallada, $f g$, está conocida, $a c$, que es su yqual: y porque el lado, $x h$, es proporcional con el lado, $a f$, quantos puntos huuiere en $x h$, tantos passos aura en, $a f$, que es la distancia entre, $g o$. A la altura que tiene, $a c$, se le añadirá los passos que huuiere, $g s$, que es yqual de, $c b$, y quedará conocida la altura, $a b$, en la medida que se midio, $d g$.

CAP. IIII. Que enseña como se medirá la distancia de algun plano, estando en alguna torre.

DE A El plano que se tiene de medir, $a b$, y la torre, $b s$, de donde se quiere saber los passos que aura del punto, b , hasta el punto, a . Pongase la pinula que está mas cercana al centro del Quadrante para la vista, y passando el rayo visual por los agugeros de las pinulas, se vea el punto, a : y el perpendicular que cae del punto, e , cortará al lado, $K l$ en, o , donde se hará vna señal. Despues se passen a la segunda estacion,

estacion, subiendose en la torre, y el perpendicular se mude en los agujeros que estan en el lado de las pinulas, tantos puntos apartado del centro, e, quantos pasos ay entre las dos estaciones: y tornando a ver por los agujeros de las pinulas el punto, a, se notará donde cae el perpendicular, y donde corta el perpendicular de la primera estacion, que sera en el punto, q, del qual se tome la paralela mas proxima que cae sobre el lado, e K, que sera el punto, f, que el numero que alli estuviere mostrara los pasos que ay entre, b a.

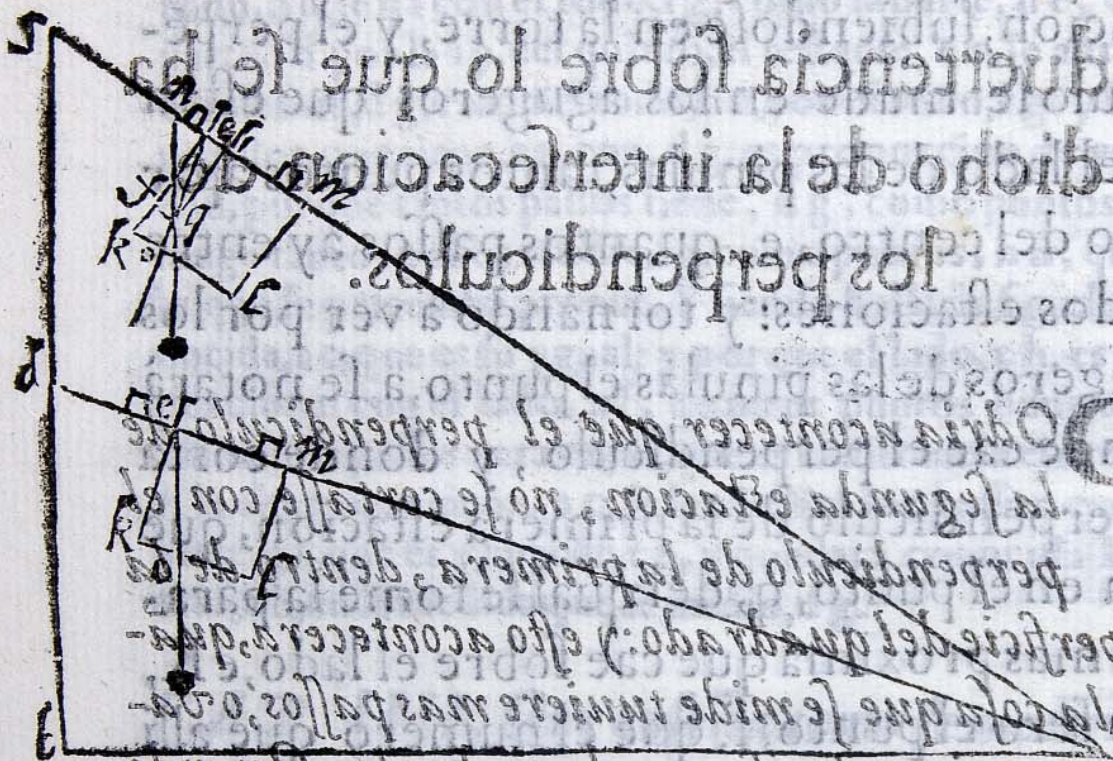
Demostracion de lo dicho.

EN La primera estacion, el angulo, b e m, que haze el perpendicular con la linea visual, da es y igual al angulo, b d a por ser, d b e o, paralelas y tirada q h, perpendicular sobre, e m, el triangulo, q h e, es equiangulo al triangulo, a b d. En la segunda estacion, el perpendicular que haze el angulo, q h i, y el angulo, b s a, por ser, s b n q, paralelas: luego el triangulo, q n h, es equiangulo del triangulo, b s a: y por la 4. del sexto, las dos seran proporcionales: y como se ha

Tambien siendo el triangulo, e h q, equiangulo del

B 2 triangulo

Instrumentos de



triángulo, $d b a$, la proporción de, $e h$, con, $K q$, sea la de
 $d b$, con, $a b$. y alternadamente, la proporción de, $q h$, con
 $a b$, sea como la de, $h n$, con, $b s$. También, $q h$, se aura
con, $a b$, como, $h e$, con, $b d$: luego la proporción que tie-
ne, $h n$, con, $b s$, es la que tiene, $h e$, con, $b d$, por la 11. del
quinto de Euclides, porque en ambas son como, $q h$,
con, $a b$. Pues el todo, $h n$, con el todo, $b s$, es como la par-
te, $h e$, con la parte, $b d$: por la 19. del quinto de Euclides.
el restante, $e n$, se aura con el restante, $d s$: y, en, con, $d s$,
tiene proporción de y igualdad, por quantos puntos ay
en, $e n$, como pasos en, $d s$: luego quantos puntos huie-
re en, $q h$, tantos pasos aura en, $a b$. Pues la proporción
de, $q h$, con, $a b$, es como de, $h n$, con, $b s$: y estando, $q h$, se,
entre paralelas, sean iguales. Luego la paralela que de
la intersección de los dos perpendículos, que es el punto
 q , cayere sobre el lado, $e K$, del quadrado, mostrara la dife-
rencia que ay entre las segundas medidas que se hizo entre
las dos citaciones.

A d u e r -

Aduertencia sobre lo que se ha dicho de la intersecacion de los perpendiculos.

Podria acontecer que el perpendiculo de la segunda estacion, no se cortasse con el perpendiculo de la primera, dentro de la superficie del quadrado: y esto acontecerá, quando la cosa que se mide tuuiere mas passos, o varas que tiene diuisiones el quadrado. Quando esto aconteciere, se obrará assi, que auiendo señalado en los lados del quadrado, por dōde caen los perpendiculos, poniendo el quadrado en un plano, se aflozaran los perpendiculos hasta q se cruzen: y estendiendo tambien el lado del quadrado sobre que tiene de caer la paralela que sale de la intersecacion de los perpendiculos, de donde esta paralela cayere en el lado del quadrado hasta el punto a, se contarán las diuisiones que huuiere; que tantos passos será la distancia, o altura que se mide. Como si en el quadrado de K l m, el perpendiculo que sale del punto

B 3 punto

Instrumentos de

punto, e, corta al lado, K l, en, o: y el perpendicular
lo que sale del punto, n, corta al lado, K l, en, p,
sin se ceuar dentro de la superficie del

quadrado de pies pa
niendo el quadra-
do, e K, l m, en al-
gun plano, e o, m p,
hasta que se corte,
que sera en, q, e s, o
tiendase la linea

e K, poniendo paralisto el enunimio el ob
ella algun hilo: del punto, q, se tire, q t, perpen
dicular sobre e K, y sera la linea, e t, la altura
de lo que se mide, tirando la linea, q b, perpen
dicular sobre, e m, se hara la misma: de mostro
cion que de primero presuponiendo las lineas
visuales, como esta dicho. Queriendo saber
quantas partes es, K r, de las que, e K, es 700.
o tomase con el compas, K r, y pongase sobre
ro q algo K, y se veran las partes que
-erabne y v el xantien. sup lab, o, lugns la
stiv al obnissq sup stiv, alger al obn
al izic obniss y: p, otuunle cov el, ille roq
alger

CAP.

CAP. V. Que enseña a medir la distancia de vn plano sin que aya parte alta como en el precepto passado.

RVEDESE Medir la distancia de vn plano en esta manera. Sea el plano que se tiene de medir, a b, puesta la pinula, D, a la vista, y estando el quadrado puesto en superficie llana, equidistante al Orizonte, se vera por los agujeros de las pinulas el punto, b, y sin senneear el quadrado se encamine la vista por el lado del quadrado, D, a vn cierto punto que este distante del punto, a, 30, ó 40. pasos, que ponga que sea el punto, c, de xinto señale el punto, a: y puesto el quadrado en el punto, c, de manera que el angulo, d, del quadrado venga en el punto, c, y el lado, d, se enderece de suerte, que passando la vista por el se vea la señal que se puso en a. Estando assi fixo el quadrado, se ponga yna regla por el angulo, c, del quadrado, y se vaya endereçando la regla, hasta que passando la vista por ella, se vea el punto, b: y estando assi la

regla

porcion que tiene, $c f$, con, $f e$, essa tiene, $c a$, con, $a b$: y alternadamente, la porcion que tiene, $c f$, con, $c a$, essa tiene, $f e$, con, $a e$: y la porcion que tiene, $c f$, con, $c a$, es de ygualdad, porque tantos puntos tiene, $c f$, como pasos, $c a$: luego quantos puntos tuuiere, $f e$, tantos pasos tendra, $a b$, que es lo que se auia de prouar.

C A P. V I. Que enseña como por este quadrado, con sola vna estacion, se puede medir qualquiera distancia, o altura, a la qual no se puede llegar.

PUES Queriendo medir la distancia, $b d$, ò la altura, $a b$, estando el quadrado puesto en su pie, se leuante el lado, $K c$, de manera, que estando la pinula, D , en el ojo, passe la vista por la pinula, B , y se vea el punto, a : ha de caer del punto, e , vn perpendicular, y del punto, K , otro: y en cada vno dellos enhilada vna cuenta pequeña. Pues viédose (como està dicho) por las pinulas el punto, a , caeran los perpendiculos, $c f n$, $K d g$, como parece en la figura siguiente. La cuenta que està en el perpendicular, $K g$, se vaya subiendo, o baxando por el hilo (estando el quadrado fixo) hasta

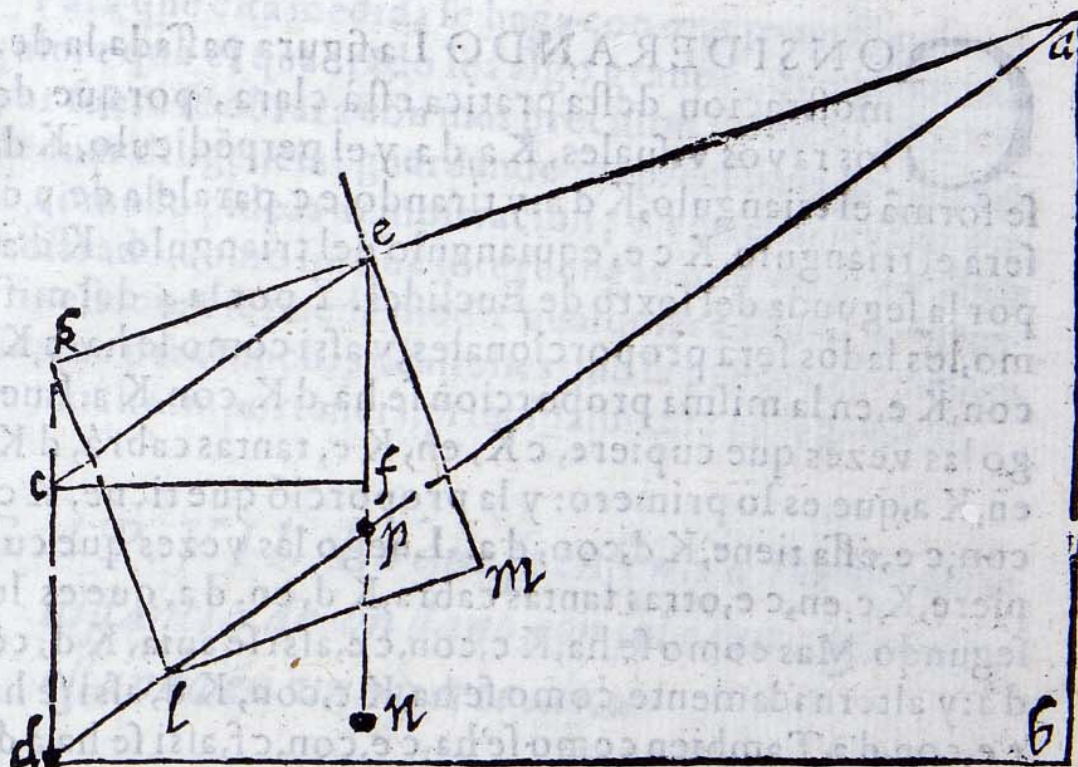
C que

Instrumentos de

que poniendo la vista en ella , y passando por el angulo, l, del quadrado, se vea el punto, a. Y para que este rayo visual sea mas cierto, aura otra cuenta en el perpédiculo, c f n, la qual se subira por el hilo, hasta que el rayo visual passe por los tres puntos, d, l, p: y estando asi fixo el quadrado, tome se , d c, ygual de, p e, que se hara facilmente. Si el perpendicularo , e n, se pusiere sobre, e m, se vera los puntos que contiene , e p ; y otros tantos se pondran en, d c: y poniendo el perpendicularo, K g, sobre , K l, se sabra los puntos que tiene, K c . Pues digo , que las vezes que los puntos que tiene , K c, cupieren en K e, que otras tantas cabra, K d, en K a. Luego ya se sabe el rayo visual, K a, quantas medidas tiene de las que es, K d, vna.

Estandose el quadrado de la manera que se puso en la primera vista, del punto , e, al punto, c, se ponga vn hilo, que sera, e c. Sepase quantas partes, o puntos tiene el hilo, c e, de las que el lado del quadrado tiene 100. lo qual se sabra como se hizo en las passadas. Pues quantas vezes los puntos del lado, K e, cupie-

cupieren en el lado, ce , tantas vezes cabrà Kd , en el rayo visual, da . Para saber la distancia, db , y la altura, ba , se ponga vn hilo del punto, c , que venga perpendicular sobre el perpendiculo, en , que caera en el pũto, f .



Pues sabiendo los puntos que tiene, cf , de los que el lado del quadrado tiene 100. las vezes que cupiere, Kc , en, ef , tantas cabrà, Kd , en, db : y sabiendo los puntos que tiene, fe , se sabrà quantas vezes cabe, Kc , en, fe , que tantas vezes cabrà, Kd , en, ba . Pues queda sabido desta operaciõ la distan-

C 2 cia

Instrumentos de

cia del plano, db , y la altura de, ba , y los rayos visuales, da , Ka : y todo esto con vna sola estacion.

Demostracion de lo dicho.

CONSIDERANDO La figura passada, la demostracion desta practica està clara, porque de los rayos visuales, Ka , da , y el perpédiculo, Kd , se forma el triangulo, Kda : y tirando, ec , paralela de, pd , sera el triangulo, Kce , equiangulo del triangulo, Kda , por la segunda del sexto de Euclides. Y por la 4. del mismo, los lados serã proporcionales: y assi como se ha, cK , con, Ke , en la misma proporcion se ha, dK , con, Ka . Luego las vezes que cupiere, cK , en, Ke , tantas cabrá, dK , en, Ka , que es lo primero: y la proporciõ que tiene, Kc , con, ce , està tiene, Kd , con, da . Luego las vezes que cupiere, Kc , en, ce , otras tantas cabra, Kd , en, da , que es lo segundo. Mas como se ha, Kc , con, ce , assi se auia, Kd , cõ da : y alternadamente, como se ha, Kc , con, Kd , assi se ha ce , con, da . Tambien como se ha, ce , con, cf , assi se ha, ad , con, db : y alternando, como se ha, ce , con, da , assi se ha cf , con, db . Luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha, Kc , con, Kd , assi se ha, cf , con, db . porque la vna y otra proporcion es como, ce , con, da . Pues auiendo se Kc , cõ, Kd , como, cf , con, db , alternadamẽte, se aura, Kc , con, cf , como, Kd , con, db : luego las vezes que cupiere Kc , en, cf , tãtas cabra, Kd , en, db , que es lo tercero. Mas, como se ha, ce , con, cf , assi se ha, da , cõ, db , por ser los triangulos, cef , dab , equiangulos: y alternadamente se aura ce , con, da , como, ef , con, ab . Luego por la 11. del quinto de

de Euclides, como se ha, Kc , con, Kd , así se ha, ef , con ab , porque la vna y otra proporciones como, ce , con da : luego las vezes que cupiere, Kc , en, ef , otras tantas cabra, Kd , en, ab ; y queda sabido lo quarto, que es la altura, ab . De fuerte, que con sola vna estacion se sabē rayos visuales, distancia, y altura, cuya comun medida es la linea, Kd , que es el intervalo entre las dos vistas.

Para que esta medida se haga con mas precision, se requiere que el quadrado sea algo grande, que quāto mayor fuere se obrara con mas precision: y en el obrar ha de auer diligencia, guardando los preceptos del capitulo, como lo pide la demostracion: y con esto queda demostrado, como sin que interuengan numeros, con sola vna estacion se puede medir qualquiera altura, y distancia, que para muchas ocasiones que se pueden ofrecer, es de mucha importancia, principalmente en la guerra.

C A P. VII. En que se enseña a medir vna distancia de vn llano, con sola vna estacion, estando en vna parte alta.

SVELE Acontecer, que estando en lo alto de vn monte, se dessea saber la distancia de vn llano, y en semejante disposicion no ay lugar de hazer dos estaciones, porque la baxada del monte no da lugar de poderlas hazer, por no caer perpendicular al Orizonte: por lo qual es

Instrumentos de

de importancia poderlo medir con sola vna obseruacion. Pongamos que se aya de medir la distancia del llano, bd , estando en alguna parte alta, como, ba : y del punto, a , se quiere saber los passos que tiene la linea, bd , y tambien el rayo visual, ad . Assentado el quadrado en su pie, se ponga la pinula, B , a la vista, y passando el rayo visual por los agujeros de las pinulas, se vea el punto, d : y quedandose assi fixo el quadrado, la cuenta que està en el perpendiculo, Kg , se suba por el hilo, hasta que llegue a tocar en el lado del quadrado, que sera en el punto, e . Puesta la vista por la cuenta, e , se enderece al punto d , y subase la cuenta que està en el perpendiculo, cn , hasta que el rayo visual que sale del punto, e , al punto, d , passe por ella, que sera en el punto, f . Bueluase, cf , sobre el lado, cm , y saberse ha quantas partes tiene cf , de las q̃ el lado del quadrado tiene 100. las quales partes se restaràn de las partes q̃ tuuiere, Ke , y quedará sabido las partes que tiene, he , de las que son el lado del quadrado 100. Pues digo, que las vezes que las partes

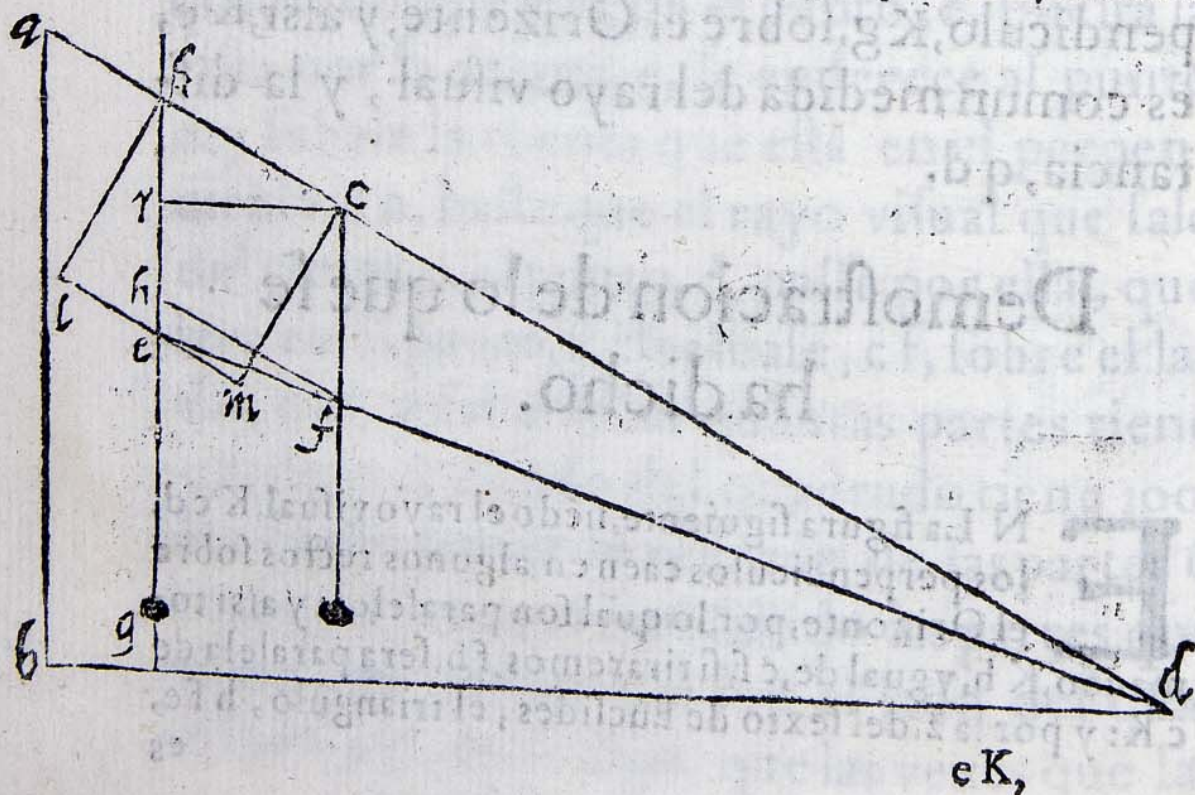
partes que tiene, $h e$, entraren en, $h f$, que es el lado del quadrado, que otras tantas entrará la línea, $e K$, en el rayo visual, $K d$: y sabiendo, $e K$, que parte es de vna vara, o de otra medida, se sabra que tan grande es el rayo visual, que sale del ojo al punto, d . Para saber la distancia, $b d$, se ponga el hilo, $c r$, que vaya paralelo al Orizonte, lo qual se hara facilmente, si cayere perpendicular sobre, $K g$, este hilo, $c r$, se sepa quantas partes tiene de las que, $K e$, son 100. Digo que las vezes que entrare, $h e$, en, $c r$, que tantas vezes entrará $K e$, en, $d q$, el punto, q , es donde cae el perpendicularo, $K g$, sobre el Orizonte, y assi, $K e$, es comun medida del rayo visual, y la distancia, $q d$.

Demostracion de lo que se ha dicho.

EN La figura siguiente, siédo el rayo visual, $K c d$, los perpendicularos caen en algunos rectos sobre el Orizonte, por lo qual son paralelos: y assi tomando, $K h$, y qual de, $c f$, si tiraremos, $h f$, sera paralela de $c K$: y por la 2. del sexto de Euclides, el triangulo, $h f e$,
es

Instrumentos de

es equiángulo del triangulo, $K d e$, y por la 4. del mismo, los lados proporcionales: luego como se ha, $e h$, con $h f$, así se ha, $e K$, con, $K d$: por lo qual, quantas vezen entrare, $e K$, en, $h f$, que es en el lado del quadrado, tantas vezes entrará, $e K$, en, $K d$. Luego está sabido el rayo visual, $K d$, segun la medida, $e K$, que es lo primero que se auia de demostrar. Pues que, $e h$, con, $h f$, es como, $e K$, cō $K d$, alternadamente se aura, $e h$, con, $e K$. como, $h f$, con $K d$. Los triangulos, $K r c$, $K q d$, par la 2. del sexto de Euclides, son equiángulos, porque, $r c$, es paralela de, $q d$: luego por la 4. del mismo, los lados seran proporcionales, q̄ como se ha, $K c$, con, $c r$, así se aura, $K d$, con, $d q$: y alternando, como se ha, $K c$, con, $K d$, así se aura, $c r$, con, $d q$. Y porque, $K c$, $h f$, son yguales, diremos, que como se ha $h f$, con, $K d$, así se ha, $c r$, con, $d q$: luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha, $e h$, con, $e K$, así se ha, $c r$, con, $d q$, pues la vna y otra proporcion, es como, $h f$, con $K d$: y alternadamente, como se ha, $e h$, con, $r c$, así se ha



e K, con, d q. Luego quantas vezes entrare, e h, en, r c, tantas entrará, e K, en, d q. Por estar conocidas, e h, r c, se sabe quantas vezes entra, e h, en, r c, y afsi se sabra las vezes que, e K, entrará en, d q, y quedará sabida la distancia, d q, segun la medida, e K, que es lo segundo que se propuso.

CAP. VIII. Como se sabe por este quadrado la altura del Sol sobre el Orizonte.



EVANTADA La pinula que está junto al centro del Quadrante para el Sol, hasta que sus rayos entren por los agujeros de las pinulas; entonces se notará donde corta el perpendicular en los lados del quadrado, y por los puntos que en qualquiera dellos cortare, por la tabla fecunda, o de tangentes, se sabra su altura. Si el perpendicular cortare en el lado n K, los grados que dieren en las tablas, es lo que el Sol está apartado del Zenit, que quitado de 90. quedará la altura del Sol sobre el Orizonte. Exemplo, tomando la altura del Sol, el perpendicular cortò. 55. puntos del lado, K i h, que buscados en la tabla fecunda, o de tangentes, hallarè que me dan

D

29. gra-

Instrumentos de

29.grados; y tanto estaua el Sol leuantado sobre el Orizonte. Es de aduertir, que quando se entra en la tabla fecunda, a buscar en el cuerpo de la tabla los 55.puntos, se han de quitar del numero que estuuiere en la tabla, cinco figuras de la mano derecha. La razon es, porq̃ el seno todo de la tabla, tiene ocho letras, y el lado del quadrado no tiene mas de tres. Pues corte el perpendicularo en el lado, n K, 60. partes, las quales buscadas en el cuerpo de la tabla fecunda, como està dicho, hallaremos que dà 30.grados.58.minu. y tãto està apartado el Sol del Zenit; que si los quitaremos de 90. quedaràn 59. grados y 2. minutos, y tanto està leuantado el Sol sobre el Orizonte.

Podria acontecer, que quando se toma la altura del Sol, que el perpendicularo no cortasse en el lado del quadrado en parte justa, entonces es necessario hazer otra diligencia para saber precisamẽte la altura del Sol. Pues quando esto sucediere, se vea donde corta el perpendicularo en el cuerpo del quadrado, por parte justa, alguna de las lineas
que

que son paralelas al lado, KH , y pongamos que cortò en, x , a la paralela 90 . y tendremos el triangulo rectangulo, ezx : y el lado ez , es 90 . y el lado, zx , 20 . partes de las mismas. Pues si, ez , fuesse el seno todo, zx , seria la tangente del angulo, zex . Pues por regla de proporcion diremos, quando, ez , es 90 . zx , es 20 . pero quando, ez , es 10000000 . quantas sera, zx : multiplicando 20 . que es segundo termino, por 10000000 . que es tercero termino; y el producto partido por primero, que es 90 . sera el quociente, 2222222 . el qual buscado en el cuerpo de la tabla de las tangentes, en la columna donde no aya mas de siete letras, y hallaremos que le responden 12 . grados, y casi 32 . minutos, y tanto es el angulo, zex , que es lo que el Sol està levantado sobre el Orizonte. Porque en las tablas pocas vezes se hallarà justamente, el numero que sale en el quociente, se buscarà el mas proximo, que no podra auer error de medio minuto: y si en esto se hiziere escrupulo, se tomarà la diferencia entre los dos numeros mas proximos al quociente, y

D 2 la

Instrumentos de

la diferencia que ay del quociente al numero proximo menor: y segun que la diferencia entre los dos numeros mas proximos al quociente, se huuiere con 60. afsi se ha de auer la diferencia del quociente, y del numero proximo menor, con otro numero, que por regla de proporcion se vendra a saber; el qual son los segundos, mas que los minutos que responden al numero proximo menor al quociente: y desta suerte se tendra la altura del Sol muy precisa.

Por este quadrado se pueden saber otras muchas cosas, pertenecientes a Geometria, y Astronomia, como son cuerdas, y senos, tangentes, y secantes: pero aqui no es nuestro intento tratar desta materia, que en otra parte lo auemos hecho, sino solo de lo que toca a medir distancias, y alturas, segun queda dicho.

(A.P.)

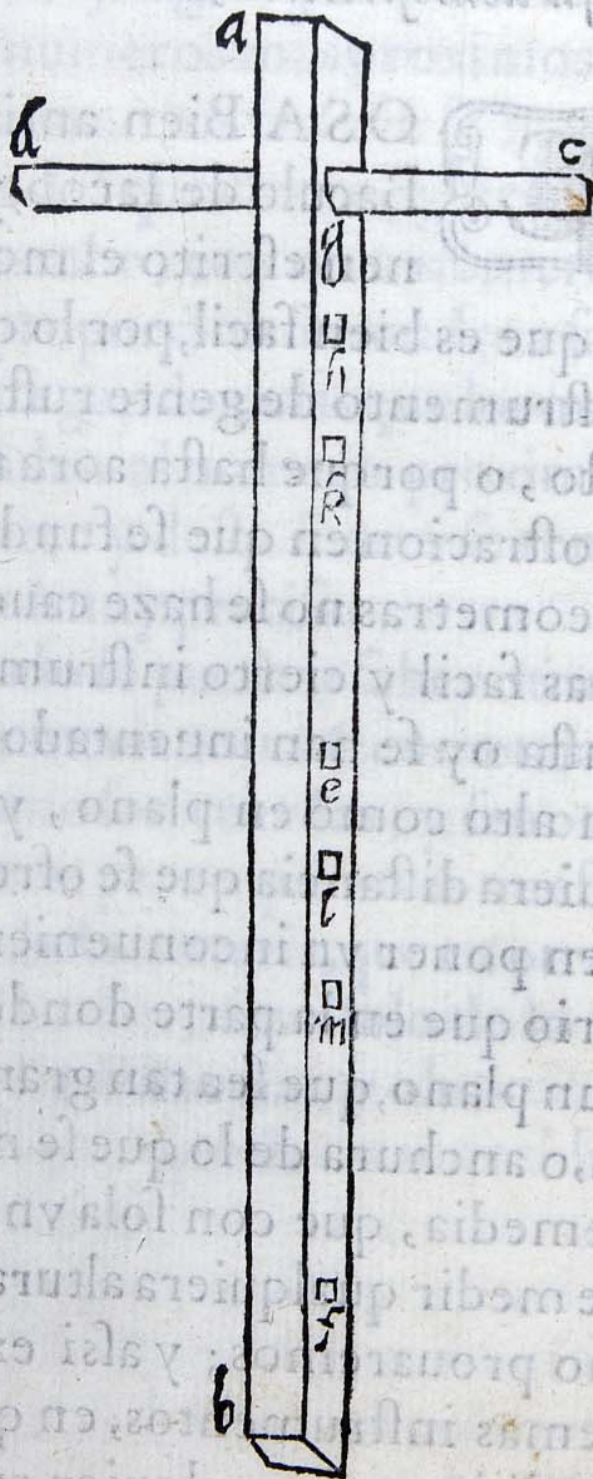
CAP. IX. *Que enseña la fabrica y uso con su demostracion, del Baculo de Iacob.*

OSA Bien antigua es el uso del Baculo de Iacob, y que algunos tienen escrito el modo de obrar con el, que es bien facil, por lo qual le tienen por instrumento de gente rustica: y no se si por esto, o porque hasta agora no he visto la demostracion en que se funda, que entre los Geometras no se haze caudal del, siendo el mas facil y cierto instrumento de quantos hasta oy se han inuentado para medir, assi en alto como en plano, y en ancho, qualquiera distancia que se ofrezca. Solo le pueden poner vn inconueniente, que es necesario que en la parte donde se mide, aya algun plano, que sea tan grande como la altura, o anchura de lo que se mide: pero esto se remedia, que con sola vna estacion se puede medir qualquiera altura y distancia, como prouaremos; y assi excede a todos los demas instrumentos, en quanto a estas tres medidas, pues qualquier rustico puede me-

Instrumentos de

dir con el, lo qual no hara con los demas,
exceto cō nuef-
tro **Quadrado**
Geometrico;
aunque en el
obrar este es
mas acomoda-
do, y se puede
fabricar con fa-
cilidad, como
parece.

Tomese vna
vara que sea de
buena madera,
y tenga de lar-
go cinco pal-
mos: pongase
en quadrado,
dándole el gruef-
fo conforme al
largo, la qual
sea, ab. Tomese
otra vara qua-
drada, que tēga



de largo dos palmos, que sea, cd : y en la vara ab , se hagan vnos agugeros, como, g , e , f , yguualmente distantes vnos de otros, y la distancia sea tan grande como la vara, cd : y los agugeros seran de suerte, que por ellos quepa la vara, cd , justamente. Y ha de entrar de manera, que haga angulos rectos con la vara, ab , y con esto està acabada la fabrica del Baculo.

Por la comodidad de las medidas q se pueden ofrecer, se harã otros agugeros debaxo del punto, g , y otros debaxo del pũto, e , q del vno al otro aya la distancia de, g , hasta, e , q es del tamaño de, cd , que es el transuersario.

Vso del Baculo.

PAra medir con este instrumento, se ponga la vara, cd , en vno de los agugeros, de suerte que tanto quede de vna parte como de otra. Pues queriendo medir la torre, fg , se ponga la vara, ab , de suerte que el punto, b , estè puesto en el ojo: y mirando por los puntos, c , d , que son los estre-
mos

Siguese la demostracion desta pratica.

SEa en la figura siguiente la torre, ab , perpendicular al Horizonte. Sea el Baculo, ef , y el transuersario gk : y el segundo agujero, h , tan distante del primero como, gk . Pues midiendo la torre, ab , como està dicho, el que mide parò en la primera estacion, en el pũto, c , estando el transuersario en el agujero, f : y los rayos visuales son, eka , $g b$. Passado el trãsuersario al agujero, h , como se dixo, y tornãdo a ver la torre por los estremos del trãsuersario, el q̃ mide parò en el pũto, l , y los rayos visuales son, ena , emb . Las lineas, ce , le , son yguales, porque son la altura del que mide: pues digo, q̃ el espacio, lc , es yguual a la altura, ab . Estiendase la linea, le , hasta que corte el rayo visual, ea , que sera en el punto, q , y el rayo visual, eb , cortarà en el punto, i : pues siendo ce , le , la altura del que mide, son yguales, y caen perpendicularmente sobre el Horizonte: luego, ce , le , ba , son paralelas entre si. Y por la 2. del sexto de Euclides, cl , cõ lb , tiene la proporcion que, ei , con, ib : y la que tiene, ei , con, ib , essa tiene, eq , con, qa . Luego por la 11. del quinto de Euclides, la proporcion que tiene, eq , con, qa , essa tiene, cl , con, lb : luego conuertiendo, como se ha, aq , cõ qe , assi se ha, bl , con, lc : y componiendo, como se ha toda la linea, ae , con, qe , assi toda la linea, bc , con la linea lc : y como se ha, ae , con, qe , assi se ha, ab , con, iq . Luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha, ab , con, iq , assi, bc , con, lc : pues entrambas son como, ae , con, qe . Pues aqui tenemos quatro lineas rectas proporcionales,

E porque

Instrumentos de

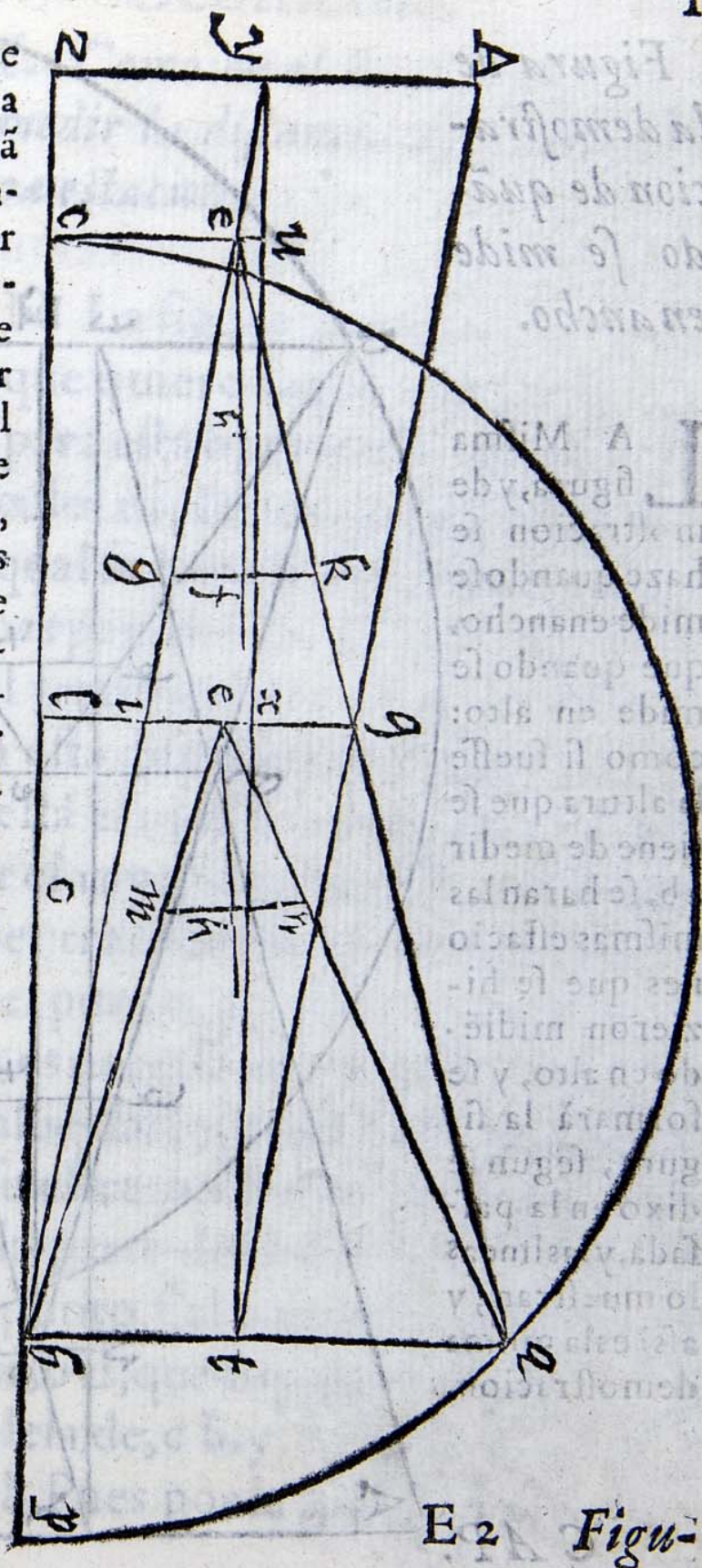
porque como se ha, bc , con, lc , assi se ha, ab , con, iq : luego por la 16. del sexto de Euclides, el rectangulo que se hiziere de, bc , que es la primera, por, iq , que es la quarta, sera ygual al rectangulo que se hiziere de, lc , por, ab , que son segunda, y tercera: y quede esto en la memoria.

Busquese en la linea, bc , vn punto, que poniendo el pie del compas en el, el otro passe por los puntos, ca , el qual sera el punto, o : y sobre este punto, o , se haga el semicirculo, cap : y tomese, bt , ygual de, bp . Tirese, tu , paralela de, bc , y sera el paralelogramo, $bcut$, ygual del quadrado, ab , por la vltima del segundo de Euclides. Resta agora prouar, que la linea, bt , es ygual de, iq , y quedará prouado, que el rectangulo que se haze de, bc , por, iq , es ygual del quadrado, ab . Para esto se estiendan las lineas, bc , tu , hasta que concurren, que sera en el punto, y : por el punto, y , se tire, Ay , paralela de, uc : y estiendase bc , hasta que se corte con, Ay , que sera en, z : y tomese yA , ygual de, zy : y del punto, A , por el punto, t , se tire la linea, At , que passará por el punto, q , como luego se dira.

Pues esto assi dispuesto, la proporció de, zl , con, lb , es como de, y , con, ib , por la 2. del sexto: pues componiéndolo, como, zb , con, lb , assi, y , con, ib , como, y , con, ib : assi, y , con, xt : por lo qual como, zb , con, lb , assi, y , con, xt : y tambien, At , con, qt . Y por la 4. del sexto, como se ha, bz , con, zy , assi, bl , con, li : y permutando, como, zb , con, lb , assi, zy , con, li : y como, zb , con, lb : assi era, y , con, xt : y como, y , con, xt , assi, y , con, xq . Luego por la 11. del quinto, il , qx , son yguales. Pues añadiendo a cada vna la cantidad comun, ix , serán yguales, lx , iq . Tenemos, que, lx , es ygual de, bt , luego, iq , sera ygual de bt . Por tanto siendo tres lineas, Ay , iq , bt , yguales y paralelas; y passando, y , por el punto, a , tambien, At , passará por el punto, q . Tenemos prouado, que el rectangulo

que

que se hazia de
 cb , por, iq , era
 ygual del rectá-
 gulo que se ha-
 zia de, cl , por
 ab : luego el re-
 ctángulo que se
 haze de, cl , por
 ab , es igual del
 rectángulo que
 se haze de, cb ,
 por, bt . Pues
 bt , es vgal de
 iq , y el rectan-
 gulo que se ha-
 ze de, cb , por
 bt , es ygual del
 quadrado, ab :
 luego, ab , lc ,
 son yguales, q̃
 es lo q̃ se pre-
 tendia prouar.

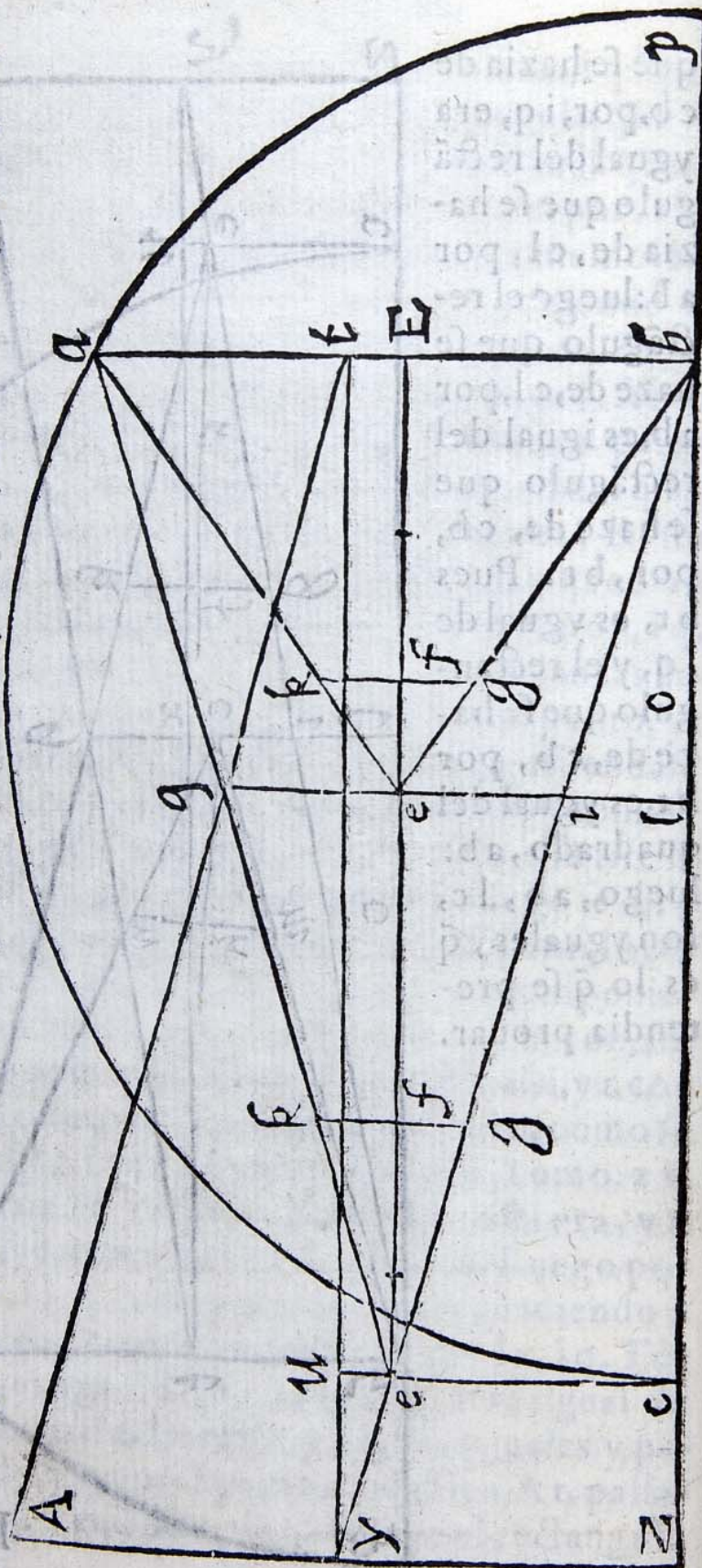


E 2 Figu-

Figura de
la demostra-
cion de quã-
do se mide
en ancho.

LA Misma
figura, y de
mostracion se
haze quando se
mide en ancho,
que quando se
mide en alto:
como si fuesse
la altura que se
tiene de medir
ab, se haran las
mismas estacio-
nes que se hi-
zieron midiẽ-
do en alto, y se
formarà la fi-
gura, segun se
dixo en la pas-
fada, y las lineas
lo muestran; y
assi es la misma
demostracion.

CAP.



CAP. X. Como en el Baculo de Iacob se puede medir la distancia de un plano con sola una estacion.

EN La figura precedente, pongo que quiero saber la distancia, cb : para esta operacion es necessario, que el Baculo, ef , se ponga paralelo al Horizonte; lo qual se hara si del punto, f , se colgare vn perpendicularo, el qual venga por medio del transuersario, fg : y estando el Baculo en esta disposicion, del punto, e , que es donde està el ojo, se vea el punto, b , de tal fuerte, que el rayo visual, $egib$, passe por el extremo del transuersario, que pongo que passò por el punto, g : y para que passe por este punto, es necessario que salga mas, o menos el transuersario, para que el rayo visual passe por su extremo. En esta medida tengo conocido la parte del transuersario, fg , y lo que ay del punto, f , al punto, e : y tambien està conocida, bE , que es yqual de, ce , porque eE , es paralela de, cb , y, ec , es perpendicular sobre, cb . Pues por la 4. del sexto, como

E 3 se

Instrumentos de

se ha, fg , con, b E, así se ha, ef , con, e E. Pues estan conocidas primera, segunda, y tercera cantidad, conocerse ha la quarta, e E, (siguiendo la regla de proporcion) que es yqual de, cb , y la distancia que se queria saber. La linea, ce , se presupone que es la altura del que mide, y esta se puede tener sabida: y si quiere poner vn palo, o otra cosa que haga el mismo efeto, sera vna misma cosa. Esta operacion es muy vtil y necessaria, por que muchas vezes acontece no auer lugar de hazer dos estaciones.

C A P. X I. Como se puede medir con este Báculo la altura de qualquiera cosa que no se puede llegar a ella, con sola vna estacion.



N La misma figura passada quiero medir la altura, ba , desde el punto c : estando el ojo en, e , leuantado del plano la cantidad, ce , sera el rayo visual, eKa , y el radio, ef , el qual se tiene de poner paralelo al Orizonte, como se dixo en el capitulo precedente: y tambien passará el

el rayo visual por el extremo, K, del transfuerfario, y se vera el punto, a. En esta medida se forma el triangulo rectangulo, e E a, y el triangulo, ef K, los quales son equiangulos: por lo qual como se ha, ef, con, f K, assi se ha e E, con, E a. Las tres cantidades son conocidas, que son, ef, f K: la tercera, e E, se supone por el capitulo precedente: luego por regla de proporcion saberse ha: E a, està sabida por la passada, b E: luego sabese, b a, que es lo que se pretendia.

C A P. XII. En que se pone una fabrica de un nivel con que se niveia qual de dos lugares està mas alto: y juntamente se sabra la distancia que ay entre entrambos.

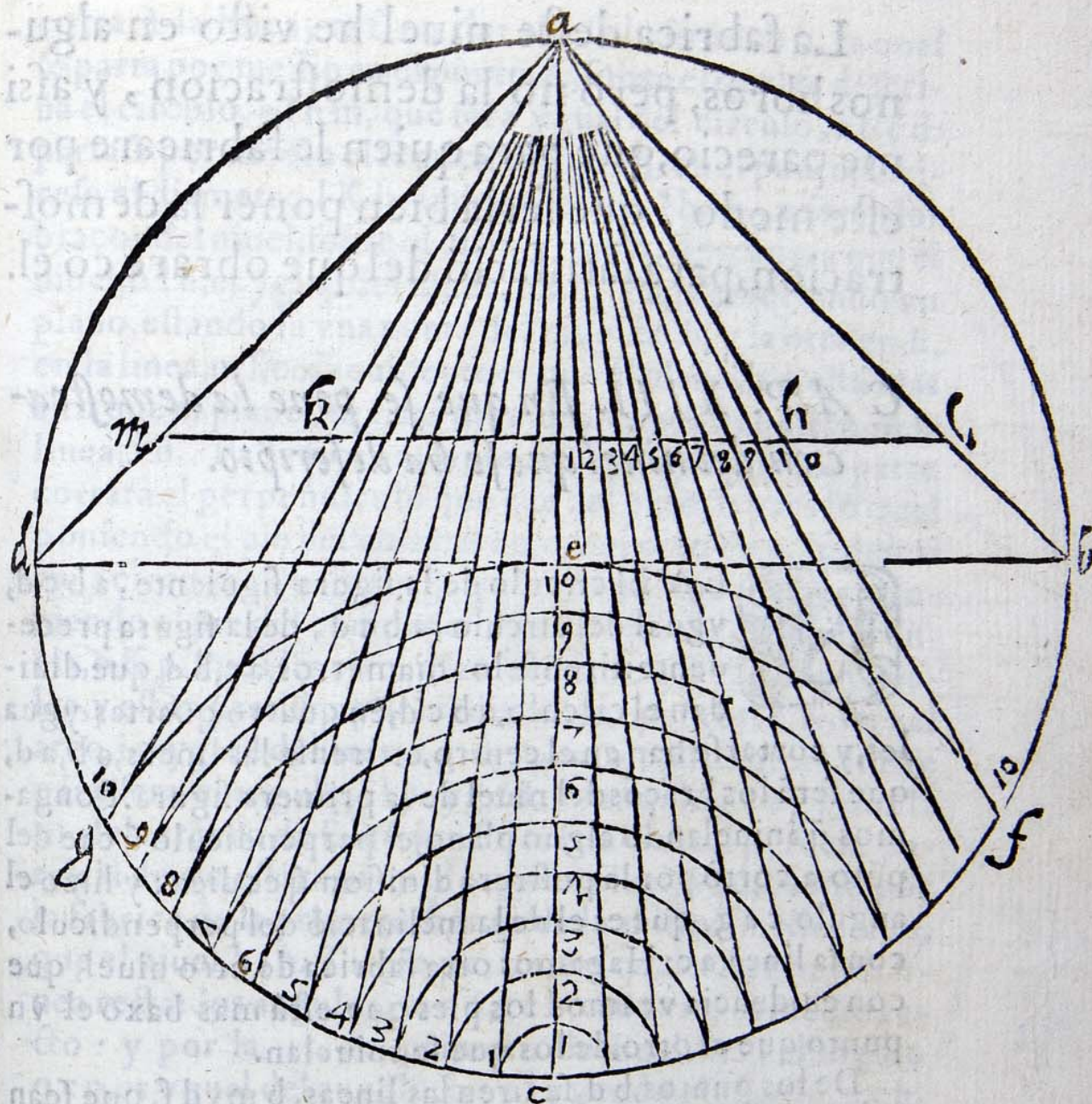


HA G A S E El circulo, a b c d, cuyo centro es, e: tirense los diametros ac, b d, que diuidã el circulo en quatro quadrãtes: partase el semidiametro, ce, en diez partes ygualos: y poniendo el pie del compas en, c, se descriuan circulos que passen por las diuisiones, y paren en la circunfe-

Instrumentos de

02
cunferencia del circulo, a b c d. Despues del punto, a, se tiren lineas, hasta donde las circunferencias que se descriuieron del punto, c, cortan la circunferencia del circulo a b c d. Despues del punto, a, se tiren las lineas, a b, a d, que seran los braços del niuel: tomese, a l, a m, que sean yguales, y tirese, l m, y esta sera la trauesia del niuel: y donde cortaren las lineas que se tiraron del punto, a, a esta trauesia, se ponen las medidas que muestran la altura de vn punto a otro, la qual se señale con sus numeros, como parece en la figura.

Quando se tiene de hazer este niuel, se busque vna pared muy lisa y llana, en la qual se hara el circulo, a b c d, que tenga por lo menos diez pies de diametro, en el qual se obrará como aqui auemos dicho, partiendo el semidiametro, c e, en diez partes yguales, que cada vna sera medio pie; y otro tanto valdra cada diuision de la trauesia, l m. Cada vna destas diuisiones se puede diuidir en 20. partes, de la fuerte que se ha hecho en las diez. Porque con mas precision se haga
la



la anielacion, los braços, a b, a d, se haran de manera, que de la vna punta a la otra no excedan los diez pies: y la trauiessa, l m, quanto mas cerca se pusiere de los pũtos, b d, sera mejor, porque seran mayores las diuisiones.

F

La

Instrumentos de

La fabrica deste niuel he visto en algunos libros, pero no la demostracion, y assi me parecio, que para quien le fabricare por este modo, que seria bien poner la demostracion, para satisfacciõ del que obrare cõ el.

C A P. XIII. En que se pone la demostracion del niuel que se ha descripto.

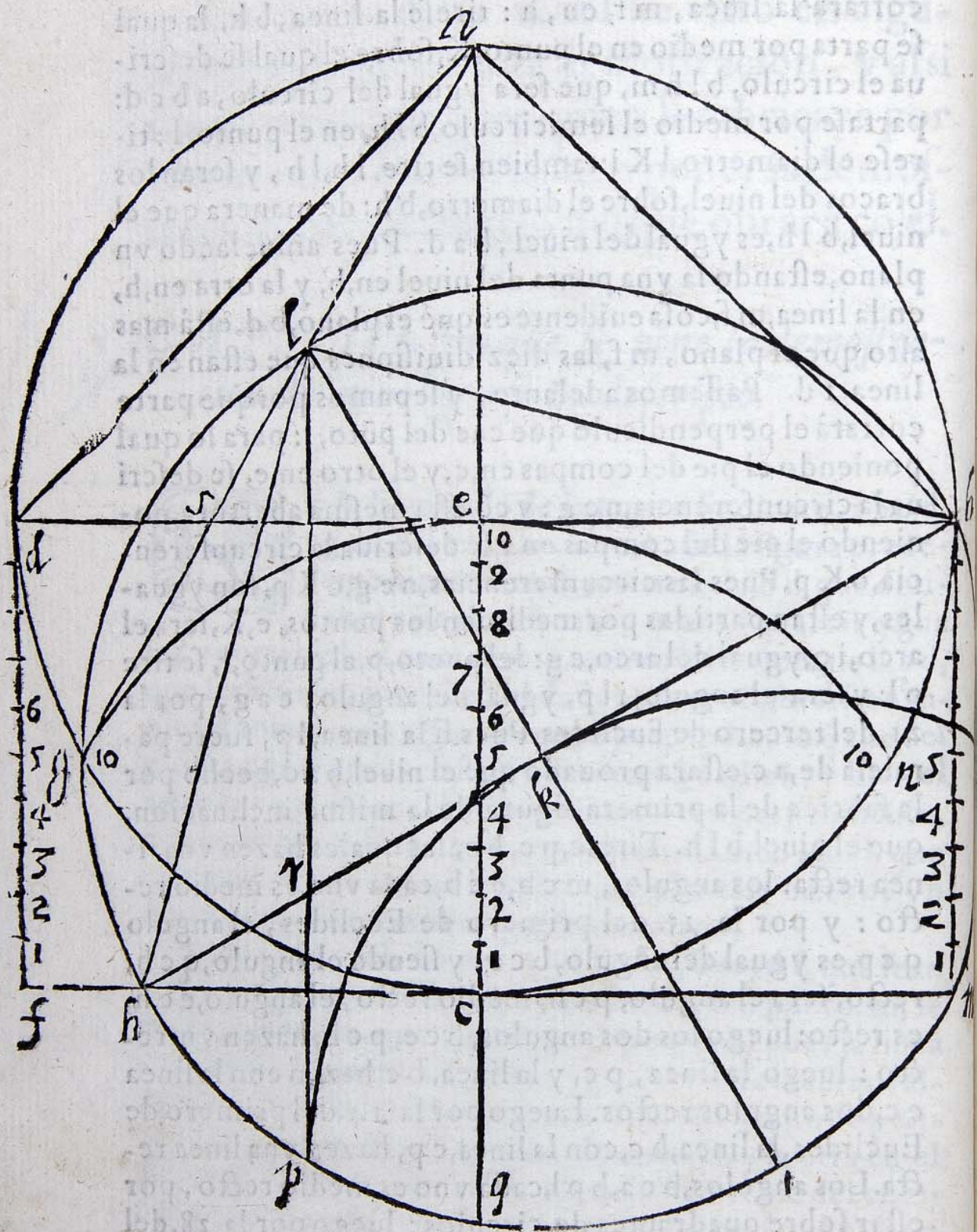


E A El circulo de la figura siguiente, a b c d, y gual del circulo, a b c d, de la figura precedente: tirense los diametros, a c, b d, que diuidan el circulo, a b c d, en quatro quartas y guals, y cortarfe han en el centro, e: tirense las lineas, a b, a d, que serã los braços del niuel de la primera figura. Pongamos q̃ anivelando algun plano, el perpendicular q̃ cae del pũto, a, cortò por la postrera diuision q̃ es diez: y hizo el angulo, c a g, que es el de la inclinaciõ del perpendicular, con la linea, a c: Hagamos otra fabrica de otro niuel, que con euidencia veamos los pies que estã mas baxo el vn punto que el otro, de los que se anuelan.

De los puntos, b d, se tiren las lineas, b m, d f, que sean paralelas, y y guals de, e c: y del punto, f, al punto, m, se tire la linea, f m, que tocarã en el punto, c: pues la linea e c, estã diuidida en 10. partes y guals, otras tantas valdra cada vna de las lineas, f d, m b. Esto assi hecho, se ponga la vna punta del compas en el punto, b, y la otra en el punto, d: y con esta abertura, estando fixo el pie del compas que estã en, b, se descriua la circunferencia, d h, que
corta-

cortará la linea, mf , en, h : tirese la linea, bh , la qual se parta por medio en el punto, K , sobre el qual se descriua el circulo, bhm , que sera ygual del circulo, $abcd$: partase por medio el semicirculo, bhm , en el punto, l : tirese el diametro, lK : tambien se tire, lb , lh , y seran los braços del niuel, sobre el diametro, bh : de manera que el niuel, bhm , es ygual del niuel, bhd . Pues anivelando vn plano, estando la vna punta del niuel en, b , y la otra en, h , en la linea, mf , cosa euidente es que el plano, bhd , está mas alto que el plano, mf , las diez diuisiones que estan en la linea, fd . Passemos adelante, y sepamos por que parte cortará el perpendicular que cae del pñto, l : para lo qual poniendo el pie del compas en, c , y el otro en, e , se descriua la circunferencia, neg : y cõ esta mesma abertura, poniendo el pie del compas en, i , se descriua la circunferencia, oKp . Pues las circunferencias, neg , oKp , son yguales, y estan partidas por medio: en los puntos, e , K , sera el arco, ip , ygual del arco, cg : del punto, p , al punto, l , se tire pl : y sera el angulo, ilp , ygual del angulo, cag , por la 21. del tercero de Euclides. Pues si la linea, lp , fuere paralela de, ac , estara prouado que el niuel, bhd , hecho por la fabrica de la primera figura de la misma inclinacion, que el niuel, bhm . Tirese, pc , be , las quales hazen vna linea recta: los angulos, mcb , ecb , cada vno es medio recto: y por la 15. del primero de Euclides, el angulo qcp , es ygual del angulo, bce : y siendo el angulo, qch , recto, sera el angulo, pch , medio recto, el angulo, ech , es recto: luego los dos angulos, bce , pch , hazen vn recto: luego la linea, pc , y la linea, bc , hazen con la linea ec , dos angulos rectos. Luego por la 14. del primero de Euclides, la linea, bc , con la linea, cp , hazen vna linea recta. Los angulos, bca , bpl , cada vno es medio recto, por estar sobre quadrantes de circulos: luego por la 28. del

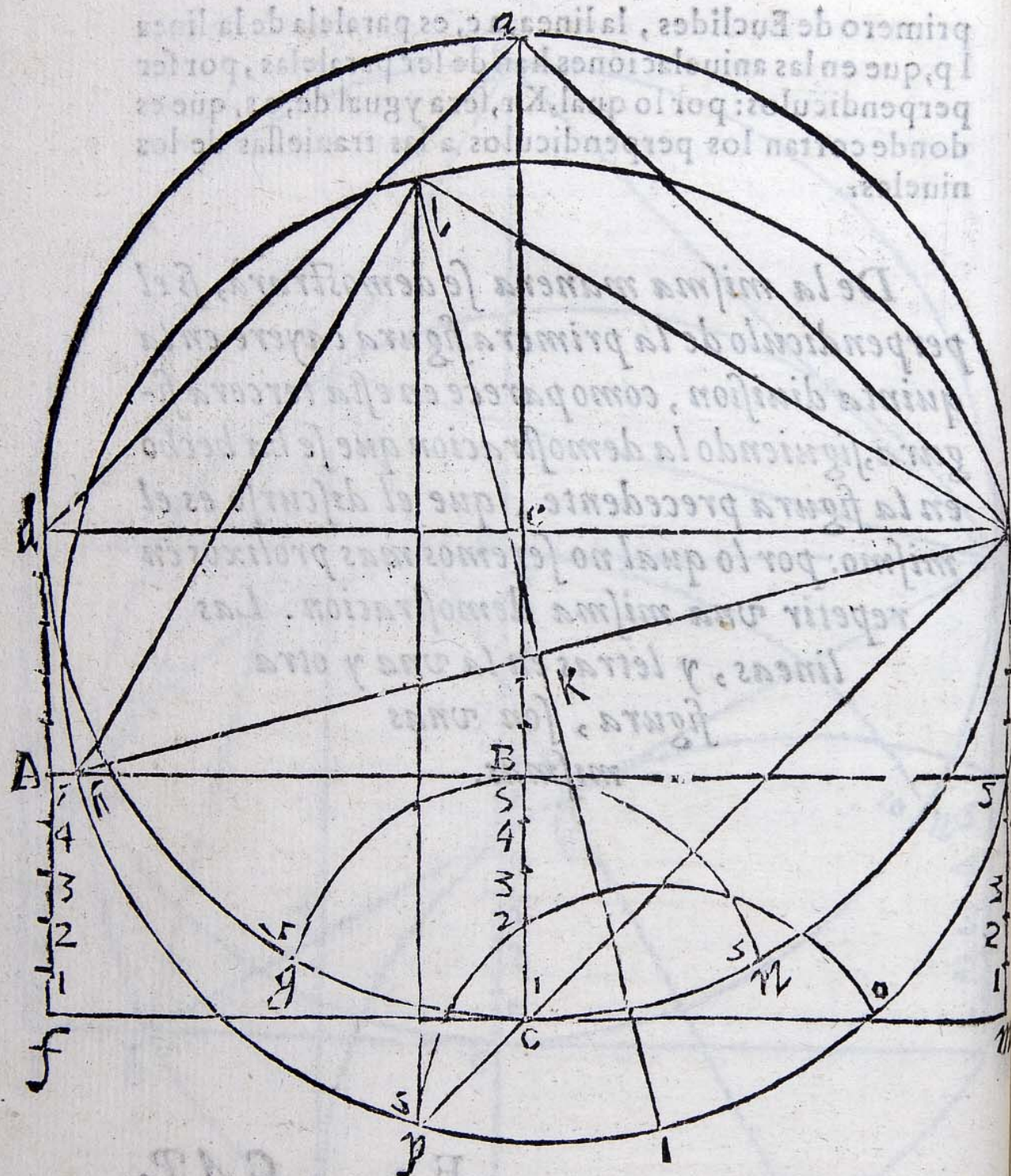
Instrumentos de



primero de Euclides, la linea, *a c*, es paralela de la linea *l p*, que en las anielaciones han de ser paralelas, por ser perpendiculos: por lo qual, *K r*, sera y qual de, *e s*, que es donde cortan los perpendiculos a las traueffas de los niueles.

De la misma manera se demostrará, si el perpendiculo de la primera figura cayere en la quinta diuision, como parece en esta tercera figura, siguiendo la demostracion que se ha hecho en la figura precedente, que el discurso es el mismo: por lo qual no seremos mas prolixos en repetir una misma demostracion. Las lineas, y letras en la una y otra figura, son unas mismas.

Instrumentos de



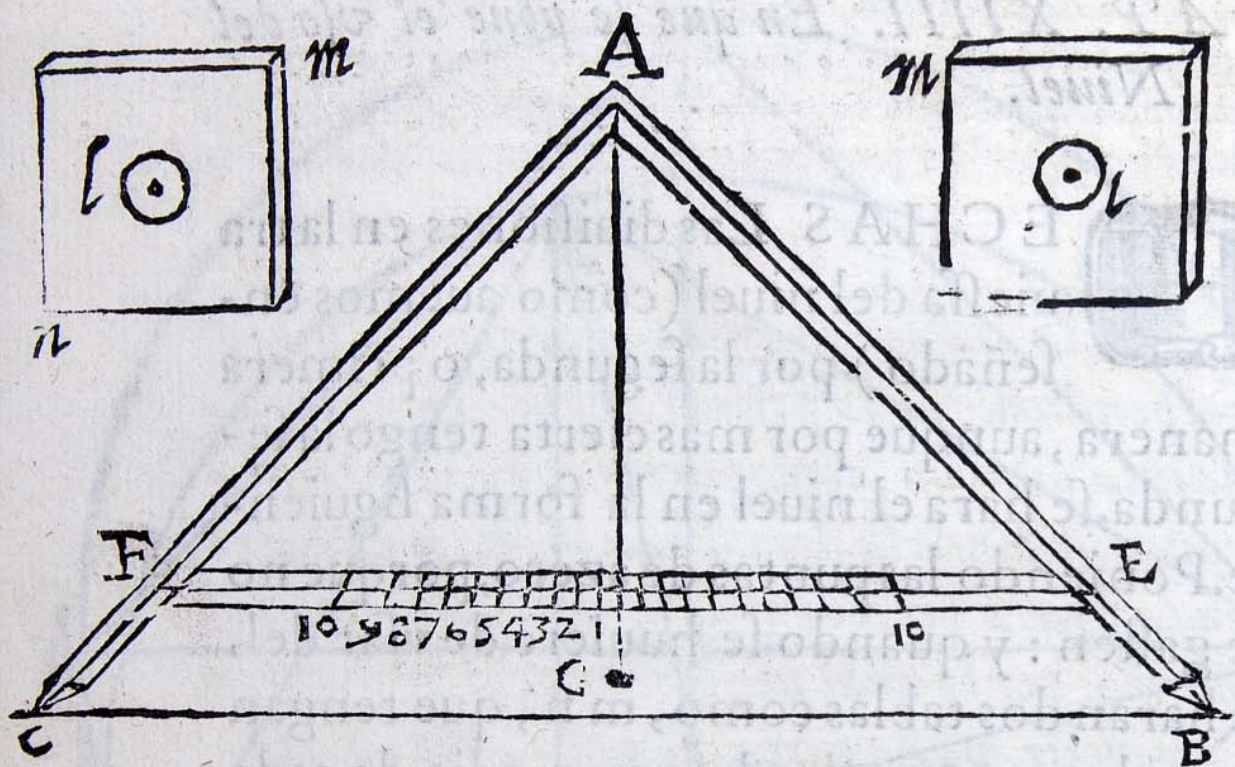
Tercera Figura.

CAP. XIII. En que se pone el uso del Niuel.



ECHAS Las diuisiones en la trauiessa del niuel (como auemos enseñado) por la segunda, o primera manera, aunque por mas cierta tengola segunda, se hara el niuel en la forma siguiente. Poniendo las puntas de a zero, porque no se gasten: y quando se huuiere de vsar del, se haran dos tablas como, *m n*, que tengan vn palmo en quadrado; y en medio de cada tabla, como en el punto, *l*, se pōdra vna chapade hierro, y en estas chapillas se tiene de assentar el niuel, siempre en vn mismo punto. Estas tablas se yran mudando, como se fuere aniuelando, teniendo cuenta con los niueles que se fueren tomando: y en cada niuel que se tomare, se vea el perpendicularo en que parte de la trauiessa corta, porque si cortare en la trauiessa del niuel, en la numeracion de la parte trassera, es señal que la punta delantera està mas alta. Pues a cada niuel que se tomare, se assentaràn los puntos

Instrumentos de



tos que cortare el perpendicular: los que cortare en la parte trassera, se assentaràn en vna parte; y los que cortare en la parte delantera, en otra. Acabada la anielacion, se fumen los de cada parte por si, y restese el mayor numero del menor, que lo que quedare es lo que el vn lugar de los que se aniuelan, està mas alto, o mas baxo que el otro: si los puntos de la parte trassera fueren mas que los de la delantera, està mas baxa que la parte delantera. Y pues estas son cosas claras, no me detengo mas en esto.

SIGVE-



S I G V E S E V N
 T R A T A D O D E C O N -
 duzir aguas de vn lugar a otro,
 cosa bien importante para los
 que tratan de semejante
 oficio.



ITR VVIO En el libro octa-
 uo, en el Prohemio, trata de la
 necesidad que tiene la vida hu-
 mana de la agua, y cuenta, que
 Talès Melesio, vno de los siete Sabios, di-
 xo, que el principio de todas las cosas, era el
 agua. Heraclito dixo, que era el fuego. Otros
 sabios dixerõ, q̃ era el agua, y el fuego. Euri-
 pides dixo, que el ayre, y la tierra con la llu-
 uia del cielo, engendrauan todas las cosas.
 Pitagoras, y Empedocles, y otros Filósofos,
 G dixe-

Instrumentos de

dixeron , que en todas las generaciones concurren, ayre, fuego, tierra, y agua, como es afsi verdad : y afsi no ay cosa debaxo del cielo de la Luna , que no participe de los quatro elementos; vnas tienen mas de vno que de otro elemento. Y porque este lugar no es para filosofar destas cosas, solo trataremos sumariamēte, lo que pertenece al agua:

C A P. XV. Que trata el modo que se deve tener en buscar el agua donde no estuviere descubierta.

QVANDO El agua es patente, y que corre, no ay necesidad sino de hallar el modo de como se tiene de llevar al lugar donde ay necesidad della, como adelante diremos. Pero fuele acontecer, que debaxo de la tierra estan las aguas ocultas, y que estas se pueden descubrir por algunas señales que se veen en la superficie de la tierra. Estas aguas que estan debaxo de la tierra, algunas vezes estan junto a la superficie, y otras mas profundas: las que estan junto a la superficie, destas son las señales

ñales que se veen en la superficie de la tierra. Pues si queremos conocer estas señales, se hará así: Pongase vn hombre en el suelo boca a baxo, y assentado la barba sobre vn ladrillo que esté en el suelo, encamine la vista por encima la superficie de la tierra, y donde viere que salen unas como neblinas, allí está cerca la agua. Esta obseruacion se tiene de hazer antes que salga el Sol, en tiempo sereno, y en el mes de Agosto.

Tambien se haze otra prueua, q̄ cauando en la tierra, y haziendo vn hoyo de tres pies de hondo, y poniendo en lo baxo vn vaso de tierra, que no esté cozido, y dexandole en el hoyo vna noche, y cubriendo el hoyo con tablas, si a la mañana el vaso estuviere mojado, o deshecho, es señal que allí cerca está el agua. Tambien en lugar del vaso se fuele poner vn vellon de lana, que si huuiere agua cerca, el vellon se hallará en la mañana mojado. Otras muchas señales se suelen poner, pero estas bastan para conocer si ay agua. Tambien encima de la tierra donde ay agua, suelen nacer juncos, y otras

Instrumentos de

yeruas, que se crian en partes humidas.

Como toda la tierra, alomenos en la parte que es cercana a la superficie, esté bañada con agua, porque si así no fuese no fructificaria, pero en unas partes está mas cerca de la superficie que en otras, como en los montes, a causa que el Sol no hiere con sus rayos, con tanta fuerza como en las partes baxas, y campos llanos: y así en las partes montuosas, es muy ordinario auer muchas fuentes, y en los valles que estan cercadellos, porque de lo que estila de las partes altas, viene a rebentar en los valles: mas en los campos llanos, por herir allí los rayos del Sol con mayor vehemencia, hazen que se exalen los vapores humidos, y la tierra se va comprimiendo, y cerrandose sus poros, lo qual es causa de no dar lugar al agua que anda por las venas de la tierra para que pueda brotar, fino que va buscando la parte mas flaca y porosa, para rebentar por allí. Algunas vezes vemos, que en partes muy llanas rebientan fuentes: acontece esto quando de diuersas partes han concurrido venas de agua, y
encon-

encontrandose vnas con otras resurten a la superficie de la tierra. Estas aguas que manan en tierras llanas, de ordinario son pesadas y grueffas, porque como alli caliente el Sol con mas rigor, vanse exalando los vapores humidos: y como estos vapores que leuanta el Sol con su calor, sean las partes sutiles y delgadas, queda lo grueffo y terrefre: y assi de ordinario estas aguas campestres, son salobres y mal sanas. Al contrario, las fuentes que nacen en los montes, tienen el agua dulce y delgada, porque alli el calor del Sol es mas moderado, y no se exalan los vapores sutiles y delgados del agua, y assi son mas saludables, y apazibles al gusto.

No hieren los rayos del Sol en las partes altas con tanta fuerça como en los llanos, porque las partes altas participan mas del ayre fresco, y tambien los rayos del Sol hieren en los montes mas al soslayo, y obliquos: y demas desto, las arboledas que ay en ellos, defienden el calor; y con esto no se leuantan los vapores sutiles, y la tierra queda muy porosa, y con facilidad rebienta el agua

G 3 que

Instrumentos de

que viene por las venas de la tierra. Mas los llanos, como no participan tanto del ayre fresco, y los rayos del Sol hieren mas derechamente, y no ay arboles que defiendan el calor del Sol, està la tierra mas dexugada de vapores humidos, por lo qual està mas cerrada de poros, y no da lugar a las venas del agua para poder correr.

Otra razon hallo para que en los montes broten mas fuentes que no en campos llanos, porque como auemos dicho, los montes son porosos, y tienen concauidades, en las quales se engendran vientos, y estos, por la virtud del Sol se van haziendo raros, lo qual es causa que no quepan en los lugares donde estan, y procurando salir, rompen la tierra por donde hallan la parte della mas flaca, y con este impetu lleva el agua circunueza, y rebienta con el ayre: y vna vez hecho curso, se va llamando vno a otro, y queda hecha fuente. Mas en los campos llanos, como la tierra tenga cerrados los poros, por las razones dichas, no puede reventar sino con mucha fuerza, por lo qual va
cami-

caminando por las venas de la tierra, hasta que halla disposicion en ella para poder brotar: y de aqui viene auer pocas fuentes en tierras llanas.

C A P. XVI. En que se trata quales aguas sean mas saludables, y apazibles al gusto.

ENTRE Todas las aguas se tiene por mejor la llouediza, auiendo estado repofada en la cisterna: la causa que dan, es, que aquella agua auiendo la leuantado el calor del Sol en vapores subtilissimos, y fiendo mouida en el ayre, a causa de los vientos, y despues espeffandose con el frio que està en el, viene a caer en la tierra delgadissima, y fin mal olor y gusto; como le suelen tener algunas fuentes: porque el agua para ser buena, no ha de tener olor, ni color, ni sabor, ni cosa que ofenda al gusto, ni al estomago: ha de ser clara, sutil, y delgada. Suele se prouar, moxádo en ella vn lienço delgado, muy limpio, y antes que se moxe, se pese muy al iusto, y auiédose moxado se

Instrumentos de

se ponga al Sol, hasta que esté muy bien seco, y tornarle a pesar, que si pesare mas que antes que se moxasse, será señal que el agua tiene alguna terrefridad. Otras prueuas suelen hazer, pero esta es muy cierta.

Trata Vitruuio, en el capitulo tercero del octauo libro, que ay algunas fuentes que tienen el agua de continuo, y en qualquiera tiempo caliente, y que es de buen sabor, y suaua al beuer. Desta calidad son las fuentes que ay en Lisboa, de que beue toda la ciudad, que siempre manan el agua caliente, la qual despues de fria es muy dulce y saludable. La causa de salir calientes, es, que vienen por venas de la tierra que son muy vezinas a mineros de çufre, pero no pasan por ellos, y así salen calientes, y sin ningun mal sabor. Ay otras fuentes, que tambien salen calientes, pero la agua es de mal sabor y olor. Otras, que la agua es agria, pero no huele mal, como vna que está en Almagro, que se beue muy bien, y haze buena digestion. Las fuentes desta manera, pasan por las venas de la tierra, donde ay minero de piedra alum-

alumbre, caparrosa, y otros betunes de que saca la agua todos estos accidentes. Suelen ser algunas destas aguas muy medicinales.

Ay otras fuentes en exceso calientes, como las Burgas de Orense en Galizia, que he visto pelar en ellas manos de vaca, y carnero; y si es necesario cozer la vaca, es bastante el calor que tiene. El agua destas fuentes es salada, que para massar el pan con ella no le echan sal, pero a falta de otra se podria beuer. El venir tan caliente esta agua, deve ser, que passa por algun Bolcan de çufre. Pone Vitruuio en este capitulo, propiedades de muchas fuentes, que por no ser cosa que aqui tratamos de proposito, no las pongo, solo se tiene de advertir, que quando se pretendiere traer alguna fuente para que se beua en la ciudad, que primero que se ponga en execucion, se hagan prueuas de la agua, si es saludable, o tiene alguna mala calidad.

(?)

H

CAP.

Instrumentos de

C A P. XVII. Que trata de como se tienen de aniuelar los caminos por donde ha de correr la agua, y de los instrumentos que para esto son menester.



O Primero ante todas cosas, se tiene de confiderar, si la fuente que se quiere traer a la ciudad, tiene corriente suficiente para poder venir. Quatro casos, o diferencias de camino se pueden ofrecer en qualquiera camino, por donde ha de venir la agua: Vno es, quando el nacimiento de la agua se vee con euidencia, que està mas alto que donde ha de venir a manar, y que no tiene que subir cuesta, despues que està en lo baxo: y en tal caso no ay para que gastar tiempo en aniuelar el camino. Puede se ofrecer otro caso, que el nacimiento de la agua està en vna parte alta, y q̃ de alli tiene de baxar a vn valle, y tornar a subir a otra parte alta, dõde ha de ser el manadero. Otro caso se puede ofrecer, que siẽdo el nacimiento de la agua en vn valle: y el manadero ha de ser en otro valle, y entre el

el nacimiento, y el manadero ay vna cuesta. Tambien se puede ofrecer, que el nacimiento de la agua sea en vn llano, y el manadero tambiẽ està en el mismo llano, y ay mucha duda qual d' los dos lugares està mas alto. De todos estos quatro casos se dira de cada vno en particular, enseñando los inconuenientes q̃ puede auer, para impedir lo q̃ se pretende: y el remedio que se deue tener para euitar los tales inconuenientes, y el gasto q̃ muchas vezes se haze, sin dello sacar fruto. De algunos accidẽtes, q̃ son generales a los quatro casos, se dira de cada vno en su lugar, cõ la mas breuedad y claridad que ser pudiere.

Quanto al primero caso, bien poco ay que dezir, porq̃ teniendo la agua la corriẽte tan conocida, no ay sino hazer su encañado, que si en la cuesta no ay algunos inconuenientes, que sea necessario que la cañeria venga dando bueltas, la agua vendrà al manadero con facilidad. Mas si a caso es necesario que el agua venga dando bueltas, se guardará esta orden. En cada codo que hiziere la cañeria, se deue de hazer vna arca

Instrumentos de

en que descanse la agua, porque de otra manera, si el camino fuesse largo, serian causa los codos de que rebétasse la cañeria. También es de advertir en este caso, si el camino es largo, entóces aunque no aya necesidad de hazer las bueltas q̄ auemos dicho, tambien es bien que se hagã estas arcas, que sirven de dos cosas. La vna es, que descansa la agua en ellas, y no trabaja tanto la cañeria. La otra es, que quando por alguna causa cessasse de correr la agua, por estas arcas se conoce luego en q̄ parte està el daño, y se remedia cō facilidad, sin deshazer el edificio.

Adelante se dira de q̄ materia son mejores los caños, y de las cosas tocãtes al edificio.

El segundo caso es, quando la agua nace en parte alta, y ha de baxar a lo hondo de vn valle, y ha de tornar a subir a otra parte alta. En este es necessario, que el artifice tenga mucha consideracion de mirar, si la baxada y subida, son muy largas, que siendo assi, ha se de vsar de artificio, porque con la encañadura ordinaria, no vendra la agua al manadero, aunque estê mas baxo que el
naci.

nacimiento, fino que rebentaràn los caños por muchas partes. La razon desto es, que como la agua es graue, y pesada, afsi la que baxa por la cuesta como la que sube, siempre estan cargando para el centro; y siendo la baxada y subida muy larga, y toda la cañeria està llena de agua, es grãde el peso de vna y otra parte: y cargãdo sobre la cañeria que està en lo mas hondo, y no pudiendo sufrir tanto peso, viene a rebentar: pues para preuenir a este inconueniente, se tomarà el siguiente remedio. Tambien en este caso se tiene de considerar, si la cañeria ha de hazer bueltas, como se dixo en el caso passado, porque en el codo donde haze la buelta, es necessario se haga vna torre tan alta, poco menos que el nacimiento de la agua, y por ella arriba se vaya prosiguiendo la cañeria, hasta q̃ mane en lo alto de la torre, y la agua se recoxa en vna pila, de dõde torne a baxar la cañeria hasta el pie d̃ la torre: y de alli prosiga otra vez la cañeria hasta otra torre, y suba la agua como en la primera, y torne a baxar; y desta suerte se llevará d̃ torre en torre,

H 3

hasta

Instrumentos de

hasta llegar al manadero. Puede acontecer, que del nacimiento de la agua hasta lo hondo del valle, y la torre que se tiene de hazer cerca de lo hondo del valle, ser muy alta; y lo mesmo la de la subida: y para remediar la carga de la agua que està en la cañeria de las torres, seria bien, que de las dos mas cercanas a lo hondo del valle, de la vna a la otra se hiziessen arcos por donde fuesse la cañeria. Ay acerca de la altura destas torres que advertir, y es, que se tiene de aniuelar que tantos pies està mas alto el nacimiento que el manadero: y este excesso se tiene de partir por todas las torres que huviere del nacimiento al manadero, y a cada vna se le darà lo que le cupiere de aquel excesso mas baxa que la otra, comenzando de la que està junto al manadero. Ay otra cosa que advertir, que si la cantidad de la agua fuere mucha, se lleue por dos caños, porque se reparta el peso, y los caños no tengan mashueco de quanto fuere menester, para que descansadamente pueda caber la agua, que todo esto se haze para aliuianar el peso de la agua.

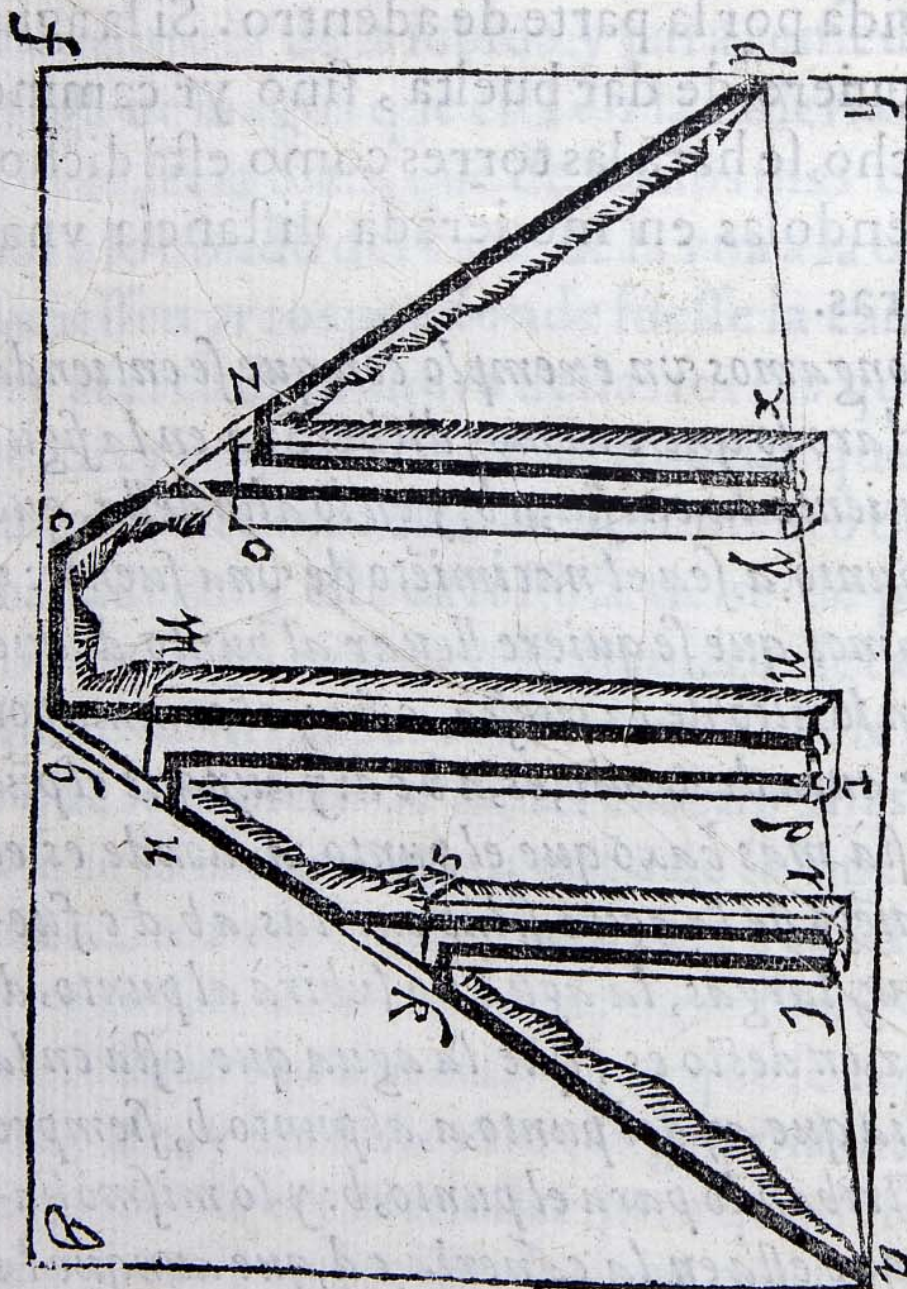
Como

Como se fueren haziendo las torres, se puede començar a echar la agua, que en la primera y segunda torre se vera el efeto que haze. Estas torres se haran de ladrillo, con la subida por la parte de adentro. Si la agua no huuiere de dar buelta, fino yr camino derecho, se harã las torres como està dicho, poniendolas en moderada distancia vnas de otras.

Pongamos vn exemplo con que se entienda mas claro lo que auemos dicho: Sea en la figura siguiente la cuesta, ab , y en lo alto della, que es el punto, a , sea el nacimiẽto de vna fuente: y pongamos que se quiere llevar al punto, d , que està en lo alto de la cuesta, cd : y el camino por donde auia de venir, es, $abcd$: y aunque el punto, d , està mas baxo que el punto, a , donde es el nacimiẽto de la agua, si las cuestras, ab , dc , fueren muy largas, la agua no subirà al punto, d . La razon desto es, que la agua que està en la cañeria que ay del punto, a , al punto, b , siempre està estribando para el punto, b : y lo mismo haze la que està en la cañeria, cd , que aunque la que està en, a , b , està comprimiendo a la que està
en

Instrumentos de

en, c d: pero ella como graue, està resistiendo y
haziendo fuerça contra la que està en, a b: y
a esta causa, toda la cañeria de vna y otra par
te, està llena de agua, por lo qual se haze tanta



fuerça

fuerça en la cañeria que està entre, cb , que aũ-
 que sea muy reziarebienta. Pues para reme-
 diar este daño, es necessario vsar de artificio,
 como queda dicho, y para disponer las torres
 de suerte que la agua haga el efeto q̃ se puede:
 para lo qual se mediran las alturas que tie-
 nen, assí el nacimiento de la agua, como el ma-
 nadero, lo qual se hara con el quadrado que en-
 señamos. Pongamos que, cb , es el Orizonte, so-
 bre el qual imaginemos, que del punto, a , cae la
 perpendicular, al , que seria la altura del pũ-
 to, a : y lo mismo de la altura del punto, d , q̃ seria
 la perpendicular, df : estiendase la linea, fd ,
 hasta que sea tan alta como, ab , que sera al pũ-
 to, b : tirese, ab , tambien se tire, ad , y la linea,
 ad , fuera el corriente que tuuiera la agua si
 vinera por tierra llana. Pues hanse de fabri-
 car las torres, que puestas en los lugares conue-
 nientes toquen con lo alto dellas en la linea, ad .
 Si del nacimiento del agua, que es el punto, a ,
 se viera el manadero, puesta una regla en el
 punto, a , de suerte que echando la vista por la
 regla, y viendo el manadero, d , que las torres
 se auian de leuantar, hasta que la vista que
 I passa

Instrumentos de

passa por la regla tocasse en lo alto del edificio, pero no auiendo lugar esto, se procederà de otra manera, para que el edificio de las torres no exceda de la linea, $a d$, ni quede mas baxo. lo qual se hara como se sigue.

Medida la altura del punto, a , con el quadrado (como està dicho) se conocen los lados del triangulo, $a b g$: y de la misma manera los lados del triangulo, $d f c$: y tambien se conoce la distancia, $g f$. Pues està conocida la altura, $d f$, se reste de, $a g$, y quedará conocida, $d h$. En el triangulo, $h d a$, estan conocidos los lados, $d h$, $a h$, con el angulo recto, $d h a$: luego conoceremos el lado, $d a$, que pongamos es, 300 pies de los que, $d h$, eran 200. y de los que, $a g$, 1000. Y tambien conoceremos el angulo, $d a h$, en el triangulo, $a b g$: tambien se conocera el angulo $b a g$, pues se conocieron sus lados. Pues restado los angulos, $b a g$, $d a h$, del angulo recto, $g a h$, quedará conocido el angulo, $K a l$. Pongo que quiero que la primera torre venga a dar lo alto della en la linea, $a d$, a los 300. pies del punto, a : tirese, $l K$ por vn lado de la torre, y sea, $a l$, 300. pies. En el lado, $a l K$, està conocido el lado

lado, $a l$, con los dos angulos, $K a l$, $a K l$, porque el angulo, $K a l$, le acabamos de conocer: y el angulo, $a K l$, es yqual del angulo, $g a b$, porque $l K$, lado de la torre, es paralelo de, $a g$: luego conocerse han los lados, $l K$, $a K$. Pues midanse los pies que tiene el lado, $a K$, comenzado del punto, a ; lo qual se podra hazer con el niuel que atras enseñamos, y donde feneciere el numero, alli se pondra la primera torre, y ha de ser tan alta como se hallò q̃ tenia pies el lado, $K l$. Desta manera se podra medir la altura de las demas torres, y los lugares donde se tienen de fundar, que esto ha de quedar a la discrecion del Artifice. Pues viniendo la agua de su nacimiento por el caño, $a K$, se tiene de encaminar por la torre arriba, hasta lo alto della, y allí ha de manar en su pila, y tornarse a baxar por el otro caño, que estará mas baxo que el manadero, como dos dedos: y tornará a subir por el caño, $u t$, de la segunda torre, y baxará como en la primera, y desta suerte se irá llevando de torre en torre, hasta llegar al manadero.

Es de advertir, que si el nacimiento de la

Instrumentos de

agua excediere en mas altura al manadero, que quepa mas de un pie de corriente a cada cien pies, que segun el demas excesso se pueden abaxar las torres que estan junto a lo mas hondo del valle. Como en este exemplo que aue-
mos puesto, el nacimiento de la agua està mas alto que el manadero, 200 pies, y la linea, *da*, era 1300.pies, pongamos que la segunda torre *ut*, estaua apartada del punto, *a*, 500.pies: luego quedaran del punto, *t*, al manadero, 800. Segun Vitruuio se le da a cada 100.pies medio pie de corriente: pero porque en semejante edificio se le puede dar un pie a cada cien pies, luego para los 400.pies de camino, tiene menester quatro pies de corriente. Esto assi entendido, se mida la torre, *bt*, como està dicho: y en esta altura se tome la altura de, *fd*, con mas quatro pies, que el camino que ay del punto, *t*, al manadero, *d*, tiene necesidad de corriente, y assi sera la corriente de la agua como muestra la linea, *dq*: y desta suerte la torre, *ut*, vendra a ser mas baxa la cantidad, *qt*, y la torre, *op*, sera tambien mas baxa.

Hazen se estas torres para quebrantar la
fuerça

fuerça de la agua, que diximos que era la causa de rebentar la cañeria, porque claro està que el camino, $a b c d$, que es mas largo que el camino, $a u t$, y assi hara mas fuerça la agua que està en la cañeria, $a b c d$, que no la que està en $a u t$. Tambien el camino, $a b c d$, es mas largo que el camino, $n b c o p$: por lo qual la agua que està en los caños, $n b c o p$, no hara tanta fuerça como la que està en los caños, $a b c d$.

Tambien se quebrantarà mucho la fuerça de la agua, si en las torres, $u t$, $o p$, se subiere y baxare la agua por dos caños, principalmente si es mucha la cantidad de la agua. Tambien es de advertir, que el hueco de los caños no sea mayor de lo que es necesario para caber la agua holgadamente. Lo que toca a la fabricacion del edificio, queda a la discrecion del Artifice, la qual se hara segun se viere que tiene necesidad la fuerça y carga de la agua.

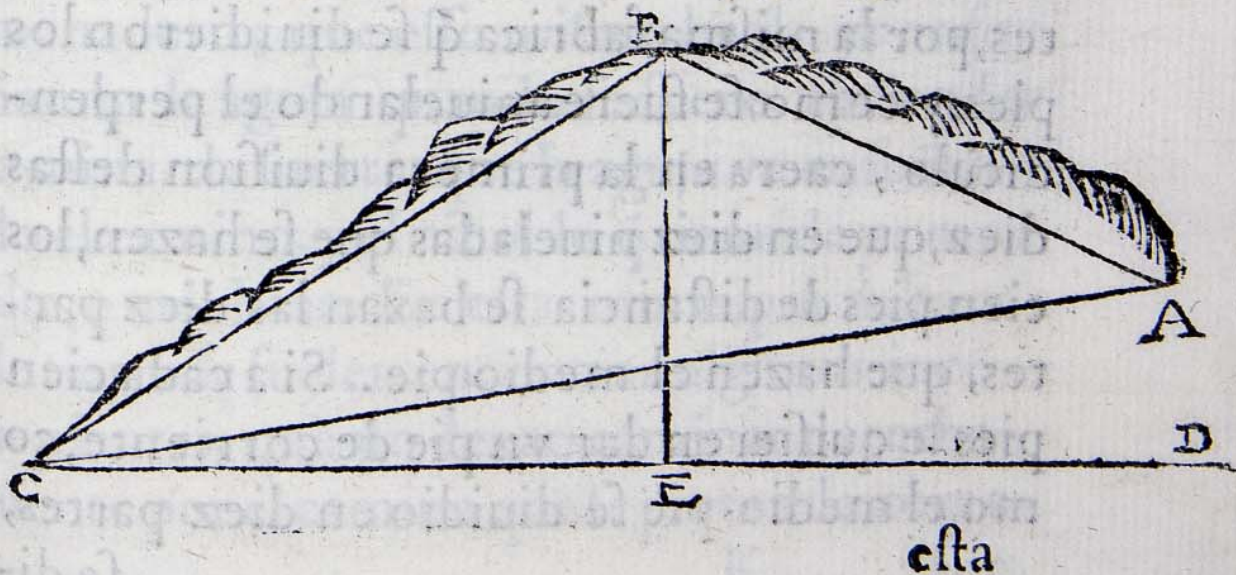
Siguiese el tercero caso.

EL Tercero caso es, quando el nacimiento de la agua està en parte de donde para

Instrumentos de

venir al manadero tiene de passar alguna cuesta, como si fuese el Orizonte, $C D$, y el nacimiento de la agua fuese en el pñto, A , y se pretendiese llevar al punto, C , y entre el nacimiento, y el manadero estuiese la cuesta, $A B C$. En tal caso, con el quadrado que se puso al principio del punto, A , se tome la altura del punto, B , que es lo mas alto de la cuesta. Tambien se tome la altura del mismo punto, B , desde el punto, C : y si esta fuere mayor que la que se tomó del punto A , la agua podra venir a manar al punto, C . Sabido que el nacimiento de la agua está mas alto que el manadero, se procure saber la distancia que ay entre el vno y el otro, que sera la linea, $A C$. Esta distancia se medirá imaginando la perpendicular, $B E$, que haze los triangulos, $A B E$, $C B E$, que mediante el quadrado se sabran los lados de los dichos triangulos, como en el vso y demostracion del dicho quadrado se dixo. Pues conocidos los lados, $E A$, $E C$, se conoce toda la distancia, $A C$. Estando conocido el exceso que la altura que se tomó del punto, c , excede a la
altura

altura que se tomó del punto, A, se conocerà que tanto del excesso cabe a cada cien pies de distancia de la linea, C A, que si fuere medio pie, sera señal que la agua podra correr y venir al manadero, c. Entendido que ay corriente bastante, es necesario que se haga vna mina en la cuesta, B, la qual ha de yre encaminada segun muestra la linea, C A. Esta mina se tiene de anivellar segun la inclinacion que tiene la linea C A, sobre el Orizonte, C D, la qual inclinacion se conoce por las alturas que se tomaron de los puntos, A, C, que es el excesso que aue mos dicho excede la vna a la otra: la qual anivelacion se podra hazer con el niuel que al principio enseñamos: y porque en



Instrumentos de

esta aniuelacion no aya engaño, dire como se tiene de proceder.

Ha se dicho, que Vitruuio a cada cien pies de distancia da medio pie de corriente, pues para que en el niuel se señalen los puntos q̄ son menester, para que a cada cien pies no se dè mas de medio pie, se hara afsi. Pongo que las puntas de los braços del niuel, dista la vna de la otra diez pies, y segun esta distancia se señalaron en la trauieffa del niuel (segun la fabrica que auemos enseñado) los pies, y medios pies: luego en diez niueles se tomarian cien pies de distancia, y en todos diez se tiene de baxar medio pie: por lo qual el primero medio pie que està en la trauieffa del niuel, se tiene de diuidir en diez partes, por la misma fabrica q̄ se diuidieron los pies: y como se fuere aniuelando el perpendicular, caera en la primera diuision destas diez, que en diez niueladas que se hazen, los cien pies de distancia se baxan las diez partes, que hazen el medio pie. Si a cada cien pies le quifieren dar vn pie de corriente, como el medio pie se diuidio en diez partes, se di-

se diuidirà el pie entero: y si dos pies le dieren de corriente a cada cien pies, se diuidiran los dos pies en diez partes, y se aniuelarà segun queda dicho del medio pie. Es neccessario tener muy gran cuydado, asì en la fabrica del niuel, como en estas diuisiones, y medir la distàcia entre el nacimiento de la agua, y el manadero; y el excesso de la altura entre el vno y el otro, para saber que tanto del excesso le cabe a cada cien pies de distancia, para que se le pueda dar el corriente que le cabe.

Lo que conuiene considerar para auer de hazer la mina, es, mirar por encima de tierra, mediante vna aguja de nauegar, el camino que va del nacimiento de la agua al manadero, que esse mismo ha de yr enseñando la aguja quando se fuere abriendo la mina: de suerte, que la aguja va enseñando el camino, y el niuel lo q̄ tiene de yr mas alta, o mas baxa. En estas minas, por debaxo de tierra se suelen encontrar algunos incōuenientes, que no dexan caminar derechamente por el camino que se pretende, como

K

fon

Instrumentos de

son peñas, y agua: lo q̄ toca a las peñas, puede defuiar dellas, y tener cuenta mediante la aguja, a que parte se defuian, y que tanto camino, para que en passando las peñas, mediante la mesma aguja, sepan boluer al primero camino, como hazen los Pilotos quando van nauegando, y topan islas, o bajos que les hazen torcer el camino. Quando en la mina se topa con agua, y es mucha, el remedio que tiene es, que la mina se comience de abrir por la parte del manadero, porque como se va subiendo con la mina, puede hazer vna çanja por donde defague. Si la tierra fuere de manera que parezca que no se puede sustentar, se vaya fortificando la mina, afsi para seguridad de los q̄ van trabajando, como para euitar mucho gasto, si a caso se hundieffe. Otros inconuenientes puede auer, la presente ocasion les enseñará el remedio. Si la mina se començare por la parte del manadero, el perpendicular ha de caer a la parte de la pierna del niuel que queda detras.

Quarto

Quarto Caso.

EL Quarto caso es, quando el nacimiento de la agua, y el manadero estan en tierra llana, y que la diferencia de la altura del vno al otro, es muy poca. Quando esto aconteciere, es dificultoso de aniuelar el camino, y assi es neccessario que el niuel sea la misma agua, conocido primero, que el nacimiento de la agua està mas alto que el manadero: lo qual se hara con el niuel que se ha enseñado, procurando se haga la aniuelacion con mucho cuydado, y no se tiene de començar el edificio, hasta que el artifice estè muy enterado, que la agua tiene corriente. Esto assi conocido, al rededor del nacimiento de la agua se hara vna çāja, y no muy honda, porq̃ suele acōtercer, si se ahōdasse mucho, perderse la agua. Esta çanja tēdra seys pies en quadrado, por la parte interior, sera de piedra quadrada muy bien ajustada: y con su betun por las junturas, porque no se pueda salir la agua.

Instrumentos de

El agugero por donde ha de salir la agua estará alto del suelo ocho pies, o mas, o menos, segun que el nacimiento del agua estuviere, respeto de algunas cuevas cercanas al tal nacimiento, y en la forma que tiene el manar del agua. Pues ha se de considerar, que si ay cerca del nacimiento de la agua cuevas altas, y que la agua mana para arriba, se puede levantar la agua del suelo, ocho, y doze pies: y segun la fuerza con que manare, se le puede dar esta altura: y de alli comenzará la cañeria, bolviendo al suelo; de donde comenzará la cañeria de caminar a niuel del Orizonte: y a tiro de ballesta se hara vna arca, por la qual se subira la cañeria, de manera, que echando la agua venga a niuelarse con la del nacimiento: y no esté mas baxo el manadero en el arca, de quanto baste para poder manar la agua que viene del nacimiento: y este es el mejor niuel de todos los que se pueden hallar, porque cõ qualquiera niuel que sea, por muy justificadamente que se quiera aniuelar, quando la corriente es poca, se puede errar, y darle mas corriente de la.

la que es menester. En lo alto de la arca dō-
de mana la agua, se hara vna pila en q̄ cayga
la agua, y el caño por donde ha de tornar a
baxar, se pondra quanto dos dedos mas ba-
xo, y de alli caminara por su cañeria, hasta
otra arca, q̄ estè en la misma distancia q̄ esta
dista de la del nacimiento de la agua. Desta
fuerte, y con la misma industria, se haran las
demas arcas, hasta llegar al manadero: quã-
to mas espessas estuuieren estas arcas es me-
jor, asì para facilitar la corriente de la agua,
como para adereçar la cañeria, si alguna vez
se rompiere: y tambien para limpiarla, que
la suziedad suele ser causa de romper el edi-
ficio. Teniendo las arcas espessas, es causa de
que la agua se aniuale con facilidad, por ser
poco el peso de la agua de la vna arca a la
otra; y tambien el viento, que quãdo el tre-
cho es muy largo, sin tener respiracion, es
causa de detenerse la agua, y juntándose vnas
con otras causas, de necesidad ha de reben-
tar la cañeria. Por lo qual importa euitar
todos los inconuenientes que pueden ser
causa de impedir la corriente, principal-
mente

Instrumentos de

mente donde tuuiere dificultad.

Si la corriente de la agua fuesse muy poca, o que no tuuiesse ninguna, se seguirá la orden que en este caso auemos puesto: y quando viniendo encañando con sus arcas, y aniuclando la agua (como està dicho) acōtecierẽ que los caños manaderos de las arcas vienen a apegar con la tierra, se ahondará la çanja, de suerte que se pueda proseguir la cañeria: y quando se llegare adonde ha de ser el manadero principal, en aquel lugar se hara vna caua al rededor, la qual sea capaz donde se pueda poner la pila del manadero, y a la redonda se puedan poner gradas por donde se baxe a coger la agua. Con la altura que se grangeò en el nacimiento de la agua, y con esta caua que se hizo en el manadero, aunque el nacimiento de la agua estuuiesse mas baxo que el manadero, diez pies, podra muy bien la agua venir al manadero, con que la distancia entre el vno y el otro lugar no fuesse muy grande. Es de aduertir, que antes que se eche la agua para aniuclarla, como auemos dicho, se dexe fegar.

fecar la cañeria, porque estando el edificio fresco podria rebentar, y así se yrà trabajando con mucha paciencia, que en las cosas que ay dificultad es bien menester.

Quinto Caso.

OTro quinto caso se podria ofrecer, y es, quando la agua mana en parte muy baxa, y se quiere subir a alguna parte alta: en este caso es necesario de algũ artificio para que aya efeto lo que se pretēde; porque naturalmente la agua no puede subir de parte baxa a la parte alta. Esta agua, o es manantial, o algũ rio corriente, o pozo, o laguna; de qualquiera manera que sea, es menester vsar de alguna machina. Los antiguos para este efeto imaginaron algunas machinas, como son, norias de diferentes fuertes, bombas, azudas, cocleas, y la tefibica que pone Vitruuio, la qual dize que sube la agua muy alto, pero es poca y con mucha violencia. En esta machina se juntan las dos cosas que suben la agua en alto, que son
expul-

Instrumentos de

expulsion, y atracion: y la expulsion es mas violenta que no la atracion; y como en la tefibica la expulsion sea la que haze mas efeto, a esta causa es muy violenta. En estos tiempos Iuanelo Turriano, inuentò vn ingenio con que se sube la agua del rio Tajo al Alcaçar de Toledo, que ay vna muy gran cuesta. La machina tiene ingenio, pero es muy violenta, y de poca vtilidad, y afsi continuamente es neccessario adereçalla. En la segunda parte de nuestro libro de Mecanicas, en la Machina 20. se trata deste caso, y enseñamos vna machina, con la qual se podra subir la agua altissimamente, y gran copia con mucha suauidad: dado que aya agua de rio corriente, o alguna fuente de mucha cantidad de agua, tambien se podria mouer la machina con vna bestia. No pongo aqui esta machina, por tenerla puesta donde digo, y otras causas que a ello me mueuen. Hallandome mas desocupado se imprimira esta, y otras machinas q̃ para los vfos ordinarios de la republica seran de importancia, y aun para algunos extraordinarios: y sera
motiuo

motiuo para que los Españoles traten con mas cuydado las cosas de ingenieria que hasta aqui.

Acercade este quinto caso auia que dezir vn gran secreto, pero por aora se quedará por algunos respetos, con el qual se puede subir la agua que manare en parte baxa, a otra mas alta.

C A P. XVIII. En que se trata de la materia necessaria, assi para los caños, como de las demas cosas tocantes al edificio de lo que se ha tratado.

A VEMOS Dicho hasta aqui, de las diferencias y casos que se pueden ofrecer, acerca de la condició de las aguas, sera bien digamos de la materia de los caños, y de las demas cosas pertenecientes al edificio de la cañeria.

De ordinario los caños se hazé de barro cozido, en algunas ocasiones los hazen de plomo, y de estaño, de piedra, y otros de madera: pero entre todos, los de barro son los

L mejores,

Instrumentos de

mejores, porque los de plomo, y estaño, allende que la agua toma dellos alguna mala calidad, rebienta con facilidad, y se gastan y no son durables. Los de piedra tambien rebientan a causa que los humedece la agua, y crien mucha broma: los de madera son de poca dura, y crien mucha broma, porque se les pega en la pelusa de la madera. De bronce se suelen hazer caños para donde la agua haze algũ codo, y dõde la agua haze fuerça, y en los manaderos, y para la resistẽcia de la fuerça de la agua son buenos: mas entre todos, los de barro son los mejores: han de ser vedriados por dentro, y q̃ tengã dos dedos por lo menos de grueso, pie y medio de largo, hechos a macho y hẽbra. El hueco se hara conforme la cãtidad de la agua, de suerte que quepa por el descansadamente. Estos caños se tienẽ de juntar con vn culaque, que se haze de cal y azeyte, y si el azeyte fuere de linaza sera mejor, y estopas picadas: todo ello ha de ser muy bien massado y batido. El asiento destos caños por la çanja, sera sobre texas, vnas en baxo, y otras encima, de fuerte

fuerte que la vna pegue con la otra, aplicadas con su cal y arena: y estas texas cargarán sobre piedra, o ladrillo, asentada con cal y arena, así por la parte de arriba como por la de abaxo, y los lados. Todo esto se hara con la fortificacion que fuere necessaria para la resistencia de la agua.

Suele acontecer, que en el camino por donde va la cañeria auer pantanos, entonces se llevará el edificio por encima de tierra, sobre arcos, q̃ por baxo no sera durable. Lo mismo se hara si huuiere de passar algũ rio. Otros algunos inconueniētes se podriã ofrecer, los quales el artifice ha de considerar muy bien antes que se ponga en execucion la obra.

CAP. XIX. Que trata como se tiene de dar la sangria a los pozos manantiales.

SUELE Auer algunos pozos manantiales, lo qual se conoce, quando en vn pozo no se cessasse de sacar agua en vn dia, y que a la noche llegasse

Instrumentos de

la agua en el lugar donde estaua a la mañana quando se començo a sacar, entonces se puede dezir que el tal pozo es manantial. Si este pozo estuuiere en parte alta, de fuerte que donde se le da la sangria pueda tener la agua corriente, se podra hazer, de otra manera no. Pues pongamos que ay disposicion de que se le puede dar sangria, entonces se vera que tantos pies ay de la superficie de la tierra, hasta donde llega la agua, y tomese el niuel que auemos enseñado: y desde el mismo pozo se vayan tomando niueles, hasta que ayan baxado tantos pies como distaua la agua de la superficie de la tierra, y quatro, o seys pies mas: y desde aquel punto donde llegaron los niueles, se començará a abrir la çanja, la qual se yra aniuelando de tal fuerte, que quando llegaren al pozo, no le ayan dado mas de tres pies de corriente. Es cosa clara, que si el manantial del pozo tenia virtud, y fuerça para llegar a vn cierto punto, y no baxar de alli, sacando continuamente la agua por la boca, que también tendra virtud de salir por la çanja, que llega
mas

mas baxo de aquel tal punto. Pues comenzando a correr la agua por la çanja, lo dexaràn estar afsi algunos dias, hasta ver si es durable, y conociendo que es afsi, se encañará como esta dicho. Algunos han dado la sangria a los pozos, haziendo la çanja de manera, que vinieffe a dar al suelo del pozo, y despues de auer gastado mucho dinero, y trabajo, perderse la agua, como acontecio en Lisboa, que dieron desta manera vna sangria a vn pozo, y despues de auer gastado cien mil ducados en ella, se les ha perdido la agua. Yo les aduerti de lo que aqui he dicho, y si yuan por aquel camino que perderian la agua: respondieron, que no querian parecer de Castellano.

(?)


L 3

CAP.

Instrumentos de



CAPITVLO XX. EN QVE SE *pone una question que anda entre Artilleros, sobre en que eleuacion tira mas la pie- ça de artilleria.*

A Artilleria con justo titulo se puede llamar Machina de las Machinas, y aunque es tan comun a todas las naciones del mundo, pero por ser en Europa la inuenciõ tan moderna, y auerla tratado gentes que no son Matematicos, ni muy Filósofos, aun no està bien adelgazada esta materia, digo, en saber de rayz el fundamento desta Machina, que en quanto al vsar della, y su fabrica, ay muy diestros artifices. Pues bien considerada la fabrica de la artilleria, se puede diuidir en tres partes principales. La primera, es la preparacion de la materia que es necessaria para la execucion della, como es la

la tierra para hazer las formas, y moldes; la qual se tiene de conocer qual sea mas a proposito, para que los moldes reciban mejor el metal, y sufran el fuego al recozerlos, que no hagan hendeduras. Demas desto, se tiene de aparejar el metal, y si fuere viejo, mirar que no tenga mas liga de la que es menester. Tambien se tiene de conocer, que piedras sean buenas para el horno, porque con el mucho fuego no se derritan. Tambiẽ se tiene de aparejar madera para los carros, herrage, poleas, roldanas, trocleas, y cuerdas; tornos, y leña, y otras cosas: y todo ello que sea conueniente para semejante fabrica. De manera que esta primera parte, toda consiste en la materia.

La segunda parte, toda consiste en proporcion, y medida, porque en ella se trata de la forma que han de tener las piezas de artilleria, que toda consiste en saber darles la medida que se requiere a cada cañon, en su genero: porque vnos es necessario que sean largos, otros cortos, otros medianos; vnos mas reforçados que otros: y es necesario

Instrumentos de

fario conocer todas estas proporciones, por que importa mucho , assi para que hagan buen efeto , como para q̃ no se gaste el metal , ni el tiempo , quando no es menester. Tambien al horno de reberuero se le tiene de dar su medida , para que el fuego haga mejor efeto, en fundir el metal cō mas brevedad , y que la hechura sea tan acomodada , que no sea embaraçosa al manejar de los moldes , y sacar las pieças despues de hundidas . Tambien se tiene de hazer vn ingenio para dar el barreno a los cañones, de suerte que se auentaje tiempo y trabajo . Demas desto, se tiene de tener vna medida para hazer las cucharas para la poluora , para saber las libras que cada cucharada echa en la pieça , porque no se cargue mas ni menos de lo que tiene menester el cañon: y destas cucharas, ha de auer mayores y menores . Tambien se tiene de saber hazer otra medida , que los Artilleros llaman Calibo , que sirue para medir las libras de hierro , o piedra que puede tirar el cañon . Tambien se tienen de hazer los
carros

carros, y quareñas, con medida y proporcion, segun la pieça que se tiene de poner en ellos. Demas desto, se tienen de hazer otros ingenios para facilitar el manjar de las pieças, así para ponerlas en sus carros, como para marchar con ellas. Los materiales de la poluora, tambien se tienen de proporcionar para que hagan mejor efeto, y hazer los ingenios para molerla.

La tercera parte, que es tratar del vso de la artilleria, consiste todo en Fisica, y en Matematica, y desta trataremos aqui alguna cosa. Si de las primeras dos partes se huuiera de tratar, fuera hazer muy grã volumẽ, por tanto las dexaremos para tratar dellas muy en particular, donde se pondran en dibuxo las figuras de todos los instrumentos que para semejante fabrica son necessarios, con la declaracion, y vso dellos. Ansimismo, la medida y proporcion que han de tener cada genero de pieça. Iuntamente se pondrá muchos ingenios, y aduertencias, para conduzir la artilleria de vnas partes a otras, que todo seruirá para facilitar carga tan pesada

M

como

Instrumentos de

como es la artilleria. Pues queriendo tratar del vso de la artilleria, lo primero se auia de dezir el intento para que se hizo, pero esto estan manifesto, que no ay para que gastar tiempo en esso, sino mostrar en que disposicion se tienen de poner las piezas para que hagan mayor efeto, que es toda la intencion y fin para que se hizo la artilleria: y aunque ay muchos Artilleros que por experiencia tienen conocimiento, en que eleuacion haze mayor efeto, o alcança mas, pero no sabē la razon desto. Pues para que en todo sean mas diestros, y no ignoren la causa porque en vna eleuacion haze mayor efeto que en otra, y la variedad que puede auer en esto, disputaremos vn poco este punto.

Quanto a lo primero, es de saber, que en echar de si la pieza la bala, ay dos cōtrarios; el vno es el impelente, el otro es el resistēte: el impelente, es la fuerza de la poluora: y el resistente, es la grauedad de la bala. Como la poluora està apretada, y comprimida en forma de tierra, y està recogida en poco lugar, y en vn subito se conuierte en fuego, por la

natu-

naturaleza inflamable que tiene, y passando de aquella materia de forma de tierra en forma de fuego, tiene necesidad de mil vezes mas lugar del q̄ tiene en el cañõ, y como vaya a buscar este lugar tã repentinamẽte, lleua con grã impetu, y va impeliendo la bala q̄ tiene delãte, y la escupe fuera de la pieça, al modo como quãdo cõ vn maço se da vn gran golpe en vna pelota. El resistente es la bala, q̄ como sea cosa graue, y su naturaleza sea cargar para el centro, va resistiendo al impulso del viento. Pues esto assi entẽdido, es necessario considerar la proporcion que tiene el impelente, cõ el resistente, porque segun esta proporcion, se entenderà quãdo, y en que tiempo haze mayor efeto la artilleria: y para que esto se entienda mejor, pongamos la pieça en diferentes eleuaciones.

Sea la pieça de artilleria, AB, la qual se pongalo primero, equidistante al Orizonte XZ, despues se põga en eleuaciõ de quinze grados, como muestra el angulo, EDF: y el Orizonte sea, DFG. Demas desto, sea otra postura de vn angulo de treynta
M 2 grados,

Instrumentos de

grados, como el angulo, KHL , y el Orizõte, HLM . Tambien pongamos sobre el Orizonte, NQP , que la pieça haze el angulo, ONQ , de quarenta y cinco grados. Vltimamente, pongamos que sobre el Orizõte, RTV , q̃ la pieça haze el angulo, STR , de sesenta grados. Puesta la pieça en estas eleuaciones, demostremos por qual dellas tirará mas distancia, y hara mayor efeto: lo qual se demostrará, juntando las razones Físicas con las demostraciones Matematicas. Para que esto se entienda mejor, es necesario q̃ se ponga este principio.

Entretanto que la fuerça del impelente fuere mayor que la del resistente, en tanta proporcion que digamos, que la del resistente no es sensible, comparada con la del impelente, entonces el resistente sera llevado del impelente por linea recta, si por ella fuere guiado del impelente.

Esto es cosa muy clara, porque no siendo sensible la fuerça del resistente con la del impelente, se puede considerar que no le haze ningun estoruo, para caminar por el camino

camino que fuere guiado, como si vn caualllo corrieſſe lleuando ſobre ſi vna moſca, no ſentiria mas embaraço para ſu carrera, correr con ella encima de ſi, que ſin ella, por no ſer ſenſible coſa la moſca, reſpeto de la fuerça del caualllo: pero ſi la fuerça del reſiſtente tuuiere proporcion ſenſible con la del impelente, entonces el impelente, aunque lleue adelante al reſiſtente, pero no ſera por linea recta. Si la potencia del reſiſtente ſe inclinare a otra parte, como ſi vn hombre impeliſſe a otro para le lleuar por linea recta, y el que ſe reſiſte, aunque no tuuiſſe tanta fuerça como el que le impele, hiziſſe fuerça para vn lado, claro eſtà que ſiendo ſenſible la fuerça del que ſe reſiſte a la del que le impele, que no ſe dexaria lleuar por linea recta.

Pues auemos dicho, que no ſiendo la potencia del reſiſtente ſenſible con la del impelente, caminarà el reſiſtente por linea recta: pues ſiendo el viento que ſe engendra de la poluora, mediante la inflamacion que en ella ſe haze, el impelente, y la grauedad

Instrumentos de

de la bala el resistente, es tanto mas la potencia del viento al principio de la inflamación, que no la del resistente, que por cierto espacio de tiempo, no es sensible la grauedad de la bala, para que la fuerza del viento dexede llevarla por linea recta. Este espacio que dura de caminar por linea recta, no es comensurable al ingenio del hombre, ni se puede dar regla para le medir, solamente se tiene por experiencia, poco mas o menos, lo que puede durar, por las pñterias que se hazen: y esto conocido, primero la fuerza de la poluora, y calidad de la pieza con que se tira, junto con el tiempo, si es humedo, o seco.

Antes que vengamos a demostrar lo que pretendemos, se pondra la siguiente proposicion, la qual demostraremos adelante.

La potencia que tirare, o hiziere fuerza por el angulo que mas se llegare al recto, sera mas graue, y hara mayor efeto.

Pues entendido lo que se ha dicho, pongamos lo primero, que la pieza se pone equidistante al Orizonte, como, A B, y que la potencia

potencia de la poluora lleuò la bala por línea recta, hasta el punto, C, que entonces la potencia de la grauedad de bala començo a ser sensible, con la potencia del impulso de la poluora: y como la potècia de la grauedad de la bala, segun su naturaleza, sea baxar para el centro del mundo, hara su fuerça por la línea, CY, que cae perpendicular sobre el Orizonte, y sobre la línea, BC, y si el impulso que hizo la poluora cessara quando la bala llegò al punto, C, desde alli baxara por la línea recta, CY: pero como toda via el impulso de la poluora la va impeliendo, aunque no con tanta fuerça, la potencia de la grauedad de la bala va tirando para el centro: y como el impulso va menguando, la grauedad de la bala va haziendo mas efeto contra el impelente; de suerte, que el vno va procurando de lleuar la bala delante, y el otro con su grauedad quiere baxarse por línea recta, para el centro del mundo, y encontrados estos dos mouimientos, despues que passa la bala del punto, C, como va lleuando de vencida la grauedad de la bala, a la potècia

Instrumentos de

cia del impulso de la poluora, viene a hazer el camino de la bala, hasta que llega al Orizonte la linea curua, CZ . Es de aduertir, que quanto la bala estuuiere mas cercana del punto, C , quando va cayendo hara mas coruada la linea, CZ , junto al punto, C , por razon que el impulso està con mas fuerça, y quanto mas se va apartando del punto, C , haze la coruacion mas derecha: y tãto se podria apartar la bala del punto, C , antes que cayesse en el Orizonte, que el impulso de la poluora se acabasse; y entonces la bala, como no tenia quien la impeliesse para adelante, se vendria por linea recta, hasta llegar al Orizonte.

Esto que auemos dicho, estando la pieça equidistante al Orizonte, se tiene de entender en qualquiera eleuacion que se ponga, y es, que siempre la bala caminarà por linea recta, hasta tanto que la potencia de la grauedad de la bala sea sensible, con la potencia del impulso de la poluora. Aora es de saber en que eleuacion dura mas la potècia del impulso de la poluora, para caminar por
linea

linea recta, lo qualsera donde menos resistencia huuiere de parte de la grauedad de la bala. Para entender donde haze mas resistencia la grauedad de la bala, es necessario traer a la memoria la propoficion de atras, la qual prouaremos adelante, que quando vna potencia tirare por angulo recto, haze mas fuerza que por otro ninguno: y quanto mas se llegare al angulo recto por donde se haze la fuerza, tanto mas efeto haze la potencia.

Pues supuesto esto, quando la pieza esta equidistante al Orizonte, entonces la grauedad de la bala haze su fuerza contra el impulso de la poluora, por angulo recto, como parece en la pieza, AB , que el impulso de la poluora lleva la bala por la linea recta BC , que es equidistante al Orizonte, y la grauedad de la bala, naturalmente quiere caer perpendicular sobre el Orizonte, como muestra la linea, CY : y por ser la linea recta por donde camina la bala, equidistante al Orizonte, la linea, CY , hara tambien angulo recto con, BC ; y desde que la bala

N fale

Instrumentos de

sale de la boca de la pieza, su grauedad va siempre procurando de caer al centro: luego por toda la linea recta, BC , va tirando esta grauedad por angulo recto, por lo qual esta grauedad sera mas sensible al impulso de la poluora, por la linea, BC , que no quando caminare la bala por otra qualquier linea, que no sea equidistante al Orizonte. Como si caminasse por la linea, DE , que està inclinada al Orizonte, por el angulo EDF . Estando la bala en, E , su grauedad tira por la linea, EF , que cae perpendicular sobre el Orizonte, DF . Luego el angulo DEF , es menor que recto, y todos los angulos que la grauedad de la bala hiziere por toda la linea, DE , son yguales del angulo DEF ; por lo qual la grauedad de la bala, haze menos fuerza en el impulso de la poluora, caminando por la linea, DE , que quando camina por la linea, BC . Luego necessariamente, el impulso de la poluora llevarà la bala por mas espacio de la linea recta, quando fuere por la linea, DE , que quando fuere por la linea, BC . Por la misma razon, quando cami-

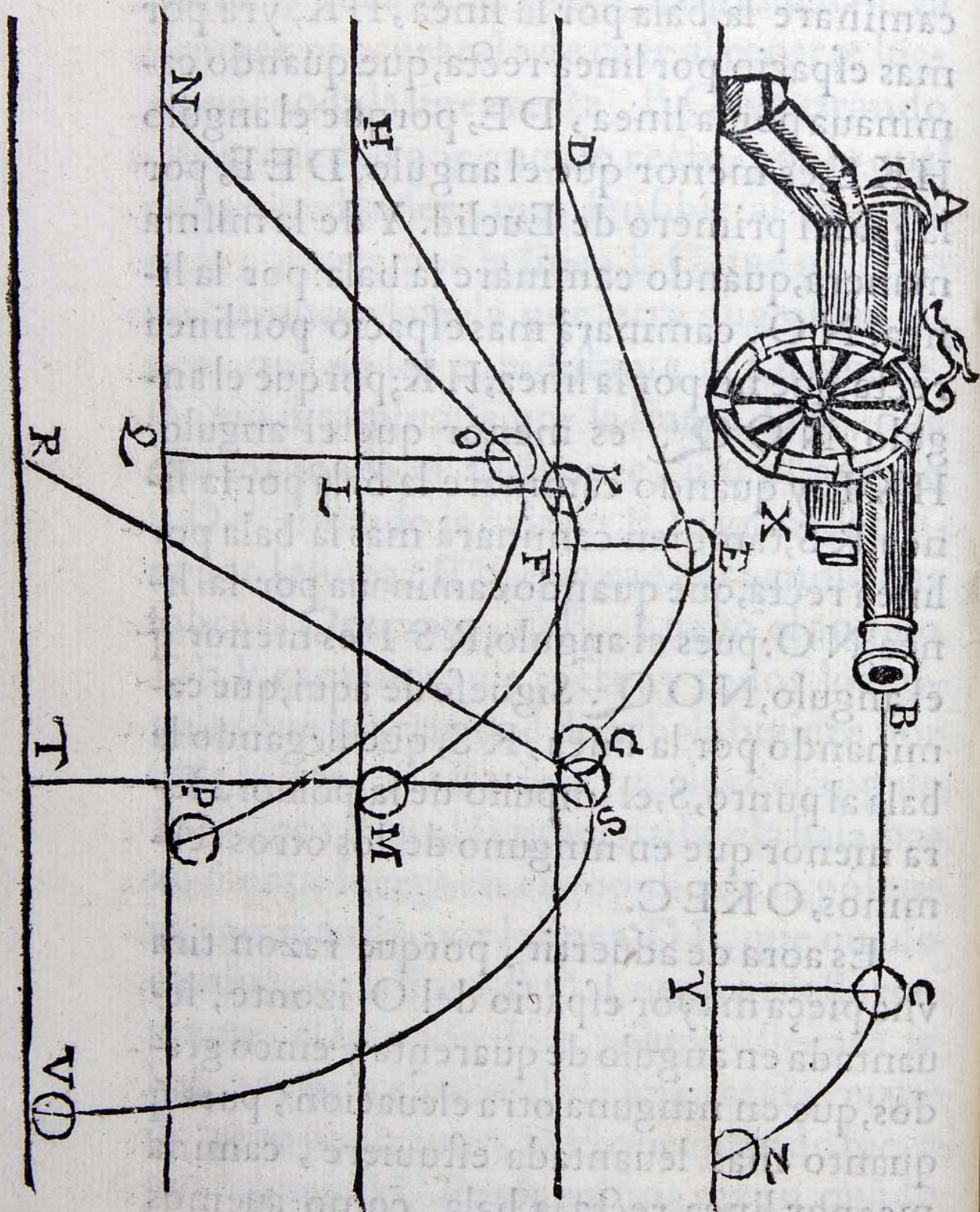
caminare la bala por la linea, HK , yrà por mas espacio por linea recta, que quando caminaua por la linea, DE , porque el angulo HKL , es menor que el angulo, DEF , por la 32. del primero de Euclid. Y de la misma manera, quando caminare la bala por la linea, NO , caminarà mas espacio por linea recta, que no por la linea, HK ; porque el angulo, NOQ , es menor que el angulo, HKL : y quando caminare la bala por la linea, RS , tambien caminarà mas la bala por linea recta, que quando caminaua por la linea, NO : pues el angulo, RST , es menor q̃ el angulo, NOQ . Siguese de aqui, que caminando por la linea, RS , que llegando la bala al punto, S , el impulso de la poluora sera menor que en ninguno de los otros terminos, $OKEC$.

Es aora de advertir, porque razon tira vna pieça mayor espacio del Orizonte, leuantada en angulo de quarenta y cinco grados, que en ninguna otra eleuacion, pues q̃ quanto mas leuantada estuuiere, camina mas por linea recta la bala, como auemos

N 2

demof-

Instrumentos de



demostrado. La razon desto es, que despues que la bala llegò al termino que caminò por linea recta, buelue baxando al Orizonte, haziendo vna linea curua, y esta curuacion desta linea, no estanta quando tuuiere menos inclinacion la linea recta, por donde camina la bala. Porque caminando la bala por la linea, B C, aunque es verdad que no va tanto espacio por linea recta, como por otra eleuacion: pero el impulso de la poluora dura mas, y aunque comienza de baxar la bala, como la van impeliendo con mayor fuerça que no quando comienza a baxar de otra eleuacion, allegase mas este arco por donde baxa, a la linea recta, que no quando la bala caminò mayor espacio de la linea recta, porque el impulso que la poluora hizo en la bala, siempre va menguando: y demas desto, por estar la pieça equidistante al Orizonte, la bala topa luego con el, a poco tiempo despues que començo a baxar. Pues segùn esto, el arco, E G, fera mas coruado que el arco, C Z: y el arco, K M, mas coruado que el arco, E G: y el arco, O P, mas coruado que

Instrumentos de

el arco, K M: y el arco, S V, mas coruado que el arco, O P. Pues esto es así, porque tira mas largo trecho en eleuacion de quarenta y cinco grados, que en ninguna otra eleuacion? A esto digo, que porque la bala caminò mas por la linea, R S, que es eleuacion de sesenta grados, que por la linea recta, N O, que està en eleuacion de quarenta y cinco grados, el impulso de la poluora quedò con menos fuerça, y la grauedad de la bala siempre es la misma, y así començo a baxar con mas velocidad, porque no es compelida para adelante del impulso que le dio la poluora: y tanto se podria levantar la pieza, que el impulso de la poluora se acabasse en el camino que haze por linea recta, y que desde allí se boluiesse la bala a caer, perpendicular al Orizonte: y quanto la pieza està mas leuãtada, la perpendicular que cae del estremo de la linea recta, toma menos espacio de Orizonte, y así tira menos en eleuacion de sesenta grados, que en eleuacion de quarenta y cinco. Pues consideradas estas razones, el angulo de quarenta y cinco grados, es
medio

medio entre la mayor y menor eleuacion, y afsi el impulso de la poluora que dio a la bala, aunque caminò mas por linea recta, q̃ en menos eleuaciõ, no quedò tan menguado que no hiziesse el arco de la baxada de la bala, mayor que los que se hazen en menos eleuacion, por estar mas leuantada la bala en el estremo de la linea recta, que no en las otras eleuaciones: y afsi tiene de alcãçar mayor parte de Orizonte, lo qual todo concuerda con la experiencia.

Esto se puede considerar muy biẽ, en los manaderos de las fuentes que tienen muchos agugeros en vna bola, que siendo todos yguales, los que estan en lo baxo de la bola, y equidistantes al Orizonte, alcançan menor distancia, y hazen menor arco que no los que estan mas leuantados, y hazen mayor angulo con el Orizonte, que estos alcançan mayor distancia, y al caer hazen mayor arco: y los agugeros desta bola que estan mas altos, y hazen mayor angulo con el Orizonte de quarenta y cinco grados, caẽ en la pila en menor distancia, y hazẽ el arco menor,

Instrumentos de

menor, y mas coruado; y los que estan en lo alto de la bola, echã la agua de manera, que casi se buelue a caer al mismo lugar por dõde sale, y esto siendo los agugeros yguales, y la fuerça cõ que es compelida la agua vna misma. La fuerça con que es compelida esta agua, es la grauedad que tiene en el nacimiẽto, que està mas alto que el manadero, y haze lo que el impulso de la poluora. La grauedad de la agua que mana para lo alto, es el resistente, semejante al de la bala. Y asì se puede considerar, que los arcos que hazen las balas al caer, son semejantes a los que haze la agua q̃ sale por los agugeros de la bola, porque la razon es vna misma, en lo vno y en lo otro.

De lo que auemos dicho se puede colegir, quando la artilleria hara mayor efeto, estando menos, o mas leuantada; y esto es cosa bien clara, que quando la pieça estuuire equidistante al Orizonte, todo el tiempo que la bala caminare por linea recta, va con mas fuerça que no estando en qualquiera inclinacion. La razon es manifesta, porque el

el impulso que la poluora dio a la bala, en toda la linea recta va con la misma fuerza que en las demas eleuaciones, fiendo en vna misma distancia: y la pieça que està equidistante al Orizonte, hiere en angulos rectos al muro, que està perpendicular al Orizonte: y la que està leuantada al Orizonte, hiere al muro en angulo obliquo, que en Castellano se dize, al soslayo. Pues es cosa aueriguada, que si con vna misma potencia se diere vn golpe en angulo recto, y otro en angulo obliquo, que el golpe que se diere en angulo recto, hara mayor efeto que no el que se diere por angulo obliquo. Esto nos lo muestra bien claro la experiencia en los golpes de los martillos que dan los Canteros quando quieren romper vna piedra, que el golpe que dan al soslayo haze muy poco efeto, en quanto a romper lo que quieren. Luego la pieça de la artilleria, estando equidistante al Orizonte, hara mayor efeto que en ninguna otra eleuacion: y quanto mas inclinada estuviere la pieça, tanto menos efeto hara en el muro, porque le hiere mas al soslayo.

O

Esto

Instrumentos de

Esto se tiene de entender (como auemos dicho) en yqual distancia. Quando trataremos esta materia de la artilleria mas de proposito, se traeràn mas demostraciones acerca deste punto, y se mostraràn los errores que en esta parte dixo Nicolao Tartalia. Tambien se tiene por experiencia, que calentandose la pieça tira menos que quando està fria. La razon desto es, que quando està fria, el viento caliente se recoge mas, echando a huyr de su contrario el frio de la pieça, y como va recogido, hiere con mas fuerça en la bala, que quando està caliente; porque entonces dilatase aquel viento, y vase apagando por toda la pieça, que con el calor se haze porosa, y no haze tanta fuerça en la bala: y de aqui viene, que los artilleros quando se les va calentando la pieça, la van refrescando con vinagre, lo vno porque tire mas, lo otro porque no rebiente. Porque la causa de rebentar la pieça, suele ser escalentarse demasiado, lo vno, porque el metal de la artilleria por la liga que tiene del estaño, estàdo caliente es muy frangible y quebradizo:
y lo

y lo otro, que da lugar que el viento caliente se le apegue con mas facilidad, y no teniẽdo tanta fuerça para expeler la bala de repente, se va haziendo mas raro aquel viento, y no cabiendo dentro el cañon, con la fuerça que haze es causa de rebentar la pieça, como quando tiene escarabajos, que deteniendose el viento en ellos, son causa de hazer rebẽtar la pieça. Y esto baste por aora en esta materia.

Examen del Calibo de los Artilleros.

SVELLEN Traer los Artilleros una medida que llaman Calibo, en el qual traen señalados los diametros de las libras que pesan las balas de hierro, y piedra. Pues si se quisiere examinar si està bien hecho este instrumento, se bara assi: Tomese con un compas el diametro de una libra, y vease si el diametro de ocho libras es duplo del de una libra: y el diametro de diez y seys libras, ha de ser

O 2

Instrumentos de

ser duplo del de dos libras : y el diametro de veynte y quatro, ha de ser duplo del diametro de tres libras: y el diametro de treynta y dos libras, ha de ser duplo del diametro de quatro: y el diametro de quarenta, ha de ser duplo del diametro de cinco libras: y el diametro de quarenta y ocho, ha de ser duplo del diametro de seys libras: y el diametro de cincuenta y seys libras, ha de ser duplo del diametro de siete: y el diametro de sesenta y quatro, ha de ser duplo del diametro de ocho libras: y el diametro de setenta y dos, ha de ser duplo del diametro de nueue libras: y el diametro de ochenta, ha de ser duplo del diametro de diez libras. Si esto fuere assi, sera señal que el tal Calibo està bien medido, y si desto faltare sera falso. La demonstracion desto es, que las esferas sean en triplicada proporcion que sus diametros, como lo demuestra Euclides en la proporcion 18. del duodezimo libro: y en la decima del quinto dize, que triplicada proporcion es, quando fueren quatro cãtidades proporcionales, q̃es como fuere la primera con la segunda, assi se ha la segunda con la tercera: y la tercera cõ la quarta, y enton-

y entonces la primera con la quarta tendra triplicada proporcion que tiene con la segunda. Pues entendido esto, entre una libra, y ocho libras, busquemos dos medias proporcionales, que seran, dos, y quatro, porque como se ha uno con dos, assi dos con quatro: y como dos con quatro, assi quatro con ocho: pues aqui ay quatro cantidades en continua proporcion, por la proporcion citada; el uno con el ocho tendra triplicada proporcion que tiene con el dos, el uno con el dos es dupla: luego el diametro de ocho libras ha de ser duplo del de una libra, y desta suerte queda la Esfera de una libra, en triplicada proporcion con la de ocho libras. Lo mismo es, si entre dos libras, y diez y seys libras, buscaremos dos medias proporcionales, que seran quatro y ocho, y assi estas quatro cantidades se han en continua proporcion: luego el dos al diez y seys tiene triplicada proporcion que tiene al quatro, por lo qual el diametro de dos libras, se ha de aver con el diametro de diez y seys libras, como dos con quatro. Luego el diametro de la bala de diez y seys libras, ha de ser duplo del de dos libras, y en esta misma

22

oteca Vale

64	N
60	
55	M
50	
45	
40	K
35	
30	H
25	
20	G
15	
10	F
5	
0	E
-5	
-10	
-15	
-20	
-25	
-30	
-35	
-40	
-45	
-50	
-55	
-60	
-64	B

estén bien medidas, lo qual enseñaremos a hacer en otro lugar, assi por numeros como por cantidades continuas, que todo consiste en hallar dos medias proporcionales, entre dos cantidades dadas, aunque esto no se hara Geometricamente, en cantidades continuas: pero haze se Mechanicamente. En numeros es cosa facil, aunque no en todos. Es de advertir, que las balas de la artilleria son lo mismo que Esferas.

Las libras deste Calibo, es cada una diez y seys onças. Resta de demostrar la proposicion que diximos atras, que es como se sigue.

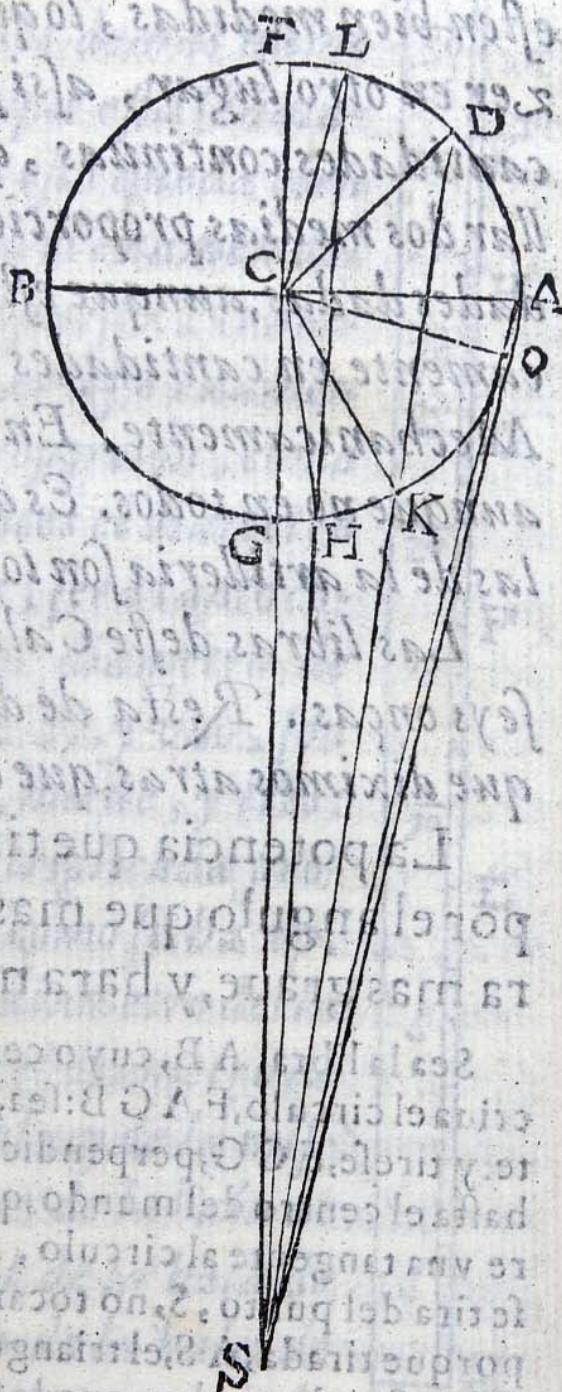
*La potencia que tirare, o hiziere fuerça por el angulo que mas se llegare al recto, le-
ra mas graue, y hara mayor efeto.*

Sea la libra, A B, cuyo centro, C, sobre el qual se describe el circulo, F A G B: sea, A B, equidistante al Orizonte: y tirese, F C G, perpendicular sobre, A B, y estiendase hasta el centro del mundo, que sea, S: y del punto, S, se tire vna tangente al circulo, A F B G. Pues esta linea que se tira del punto, S, no tocará al circulo en el punto, A, porque tirada, A S, el triangulo, A C S, tendria dos angulos rectos, lo qual no puede ser, ni tampoco tocará al circulo encima del punto, A, en la circunferencia, A F, porque entonces cortarà al circulo: luego tocarle ha debaxo del pñto, A, y sea en, O. Tirese, S D, S L, las quales cortaràn la circunferencia, A O G, en los pñtos, K, H. Intese C K.

Instrumentos de

CK, CH, CD, CL. Pues quanto mas cerca estuuiere el peso del punto, F, tanto mas estriba sobre el centro, que es sobre el punto C: como estando el peso en, D, mas estriba sobre el centro, C, que es sobre la linea, DC, que no estando el peso en, A, sobre la linea, AC, y mucho mas sobre la linea, CL. Porq̃ siendo tres angulos de qualquier triángulo yguales a dos rectos, y el angulo, DCK, del triangulo equicrurio, DCK, es menor que el angulo, LCH, del triangulo equicrurio LCH. Los angulos restantes que estan a la bafi, que son, CDK, CKD, entrambos juntos seran mayores, que entrambos los angulos, CLH, CHL: luego sus mitades, que es el angulo, CDS, sera mayor que el angulo, CLS. Puesque el angulo, CLS, es menor la linea, CL, se llega mas al mouimiento natural del peso, L, dexandole fuelto libremente, que sera por la linea, LS, que no la linea, DC, al mouimiento natural del peso, D, por la linea, DS. Porque estando el peso en, L,

libre



libre y fuelto se moueria por la linea, LS , hasta llegar al centro del mundo, y estando el peso en, D , se moueria por, DS . Pues que el peso, L , todo grauita sobre, LS : y estando en, D , sobre, DS , el peso que estuuiere en, L , grauitará mas sobre la linea, CL , que no estando en, D , sobre la linea, DC : luego la linea, CL , sustentará mas el peso que no la linea, CD . De la misma manera se demostrará, que quanto el peso fuere mas cercano al punto, F , tanto mas sera sustentado sobre la linea, CL , porque siempre el angulo, CLS , seria menor: lo qual es claro, porque si la linea, CL , y la linea, LS , se jūtassen en vna linea, lo qual acontece en, FCS , entonces la linea, CF , sustentaria todo el peso puesto en, F , y seria inmobil, y de todo punto no tendria ninguna grauedad sobre la circunferencia del circulo. Luego el mismo peso por la diuersidad del sitio, viene a ser mas graue, o menos graue: no digo que por la razon del sitio, vnas vezes tenga en si mayor grauedad, y otras menos, pues donde quiera que se halle, siempre tiene vna misma grauedad; sino porque grauita mas, o menos en la circunferencia, como estando el peso en D , grauita mas sobre la circunferencia, DA , que quando está en, L , sobre la circunferencia, LD . Quiero dezir, que si el peso fuesse sustentado de las circunferencias, y lineas rectas, la circunferencia, AD , sustentará mas el peso, D , que la circunferencia, DL , al peso, L , porque menos ayuda a sustentar el peso la linea, CD , que la linea, CL . Demas desto, quando el peso está en, L , si le dexassen fuelto libremente, se moueria para abaxo por la linea, LS , sino fuesse prohibido de la linea, CL , la qual haze que el peso L , se mueua por la circunferencia, LD , fuera de la linea LS , y en alguna manera le impele, y impeliendole sustenta parte del peso, porque sino le sustentasse se moueria para abaxo por la linea, LS , y no por la circunferencia

P LD,

Instrumentos de

L D. De la misma manera la linea, C D, retiene al peso, D, pues que le haze mouer por la circunferencia, D A. También estando el peso en, A, la linea, C A, haze que el peso se mueua por la circunferencia, A O, fuera de la linea, A S. Pues que el angulo, A C S, es recto, sera el angulo C A S, menor que recto: luego las lineas, C A, C D, retienen en alguna parte el peso, aunque no yualmente, pues todas las vezes que las lineas que salen del centro, C, y las que salen del centro del mundo, S, hizieren angulo agudo en la circunferencia, se demostrará, que acontecerá lo mismo. Pues q̄ el angulo mixto, C L D, es ygal del angulo mixto, C D A, por ser contenidos del semidiametro, y vna misma circunferencia, y el angulo, C L S, es menor que el angulo, C D S, sera el restante, S L D, mayor que el restante, S D A: por lo qual la circunferencia D A, que es la baxada del peso, D, sera mas cercana al movimiento natural del peso, D, estando fuelto, que es la linea, D S, que no la circunferencia, L D, a la linea, L S: luego la linea, C D, menos retiene al peso que está en, D, que la linea, C L, al peso que está en, L: luego la linea, C D, sustenta menos el peso que la linea, C L, y el peso estará mas libre en, D, que no en, L, pues el peso se mueue mas naturalmente por, D A, que por, L D: por lo qual sera mas graue en, D, que no en, L. De la misma manera se demostrará que, C A, sustenta menos que, C D, y que el peso será mas libre, y es mas graue en, A, que no en, D. Demas desto, en la parte inferior, por las mismas causas, quanto el peso estuviere mas cercano al punto, G, sera mas detenido, como estando en, H, es mas detenido de la linea, C H, que estando en, K, de la linea, C K, porque como el angulo, C H S, sea mayor que el angulo, C K S, la linea C H, se llegará mas a la rectitud de la linea, H S, que no la linea, C K, a la rectitud de, K S: por lo qual el peso sera
mas

mas detenido de la linea, CH , que de la linea, CK : porque si, CH , HS , conuiniessen en yna linea, como acontece estando el peso en, G , entonces la linea, CG , sustentaria todo el peso inmobile en, G . Luego quãto menor fuere el angulo que la linea, CH , hiziere cõ, CG , tanto mas sera detenido el peso de la linea, CH : y donde es mas detenido, alli es menos graue. Demas desto, si el peso, K , estuuiesse libre y suelto, se moueria por la linea, KS , pero es detenido de la linea, CK , la qual le fuerça que se mueua por la circunferencia, KH , fuera de la linea, KS , y en alguna manera le retrae, y retrayendole le sustenta, porque sino le sustetasse, el peso se moueria por la linea, KS , hasta llegar al centro, S , y no por la circunferencia, KH . De la misma manera la linea, CH , retiene el peso, pues q̃ le compele que se mueua por la circunferencia, HG . Pues que el angulo, CHS , es mayor que el angulo, CKS , quitados los angulos yguales, CHG , CKH , sera el angulo restante, SHG , mayor que el angulo restãte, SKH . Luego la circunferencia, KH , que es la baxada del peso que estã en, K , es mas cercana al mouimiento natural del peso, K , estando suelto, que es, KS , que no la circunferencia HG , a la linea, HS : luego menos detiene el peso la linea CK , que la linea, CH , pues que el peso se mueue mas naturalmente por, KH , que por, HG . De la misma manera se demostrarã, que quanto menor fuere el angulo, SKH , que la linea, CK , sustentará menos. Luego estando el peso en, O , porque el angulo, SOC , no solamẽte es menor q̃ el angulo, CKS , pero es el minimo de todos los angulos que salen de los puntos, C , S , y que tienen el vertice en la circunferencia, OKG : y asì el angulo, $SO K$, es menor que el angulo, SKH , y de todos los q̃ fueren desta manera. Luego el descenso del peso, O , es mas cercano al mouimiento natural del mesmo peso, O , estando

P 2

suelto,

Instrumentos de

suelto, que en ningún otro sitio de la circunferencia, OKG : y la línea, CO , sustenta menos el peso, que si el peso estuviere en otro qualquiera sitio de la circunferencia, OKG . Tambien pues que el angulo de la contingencia, $SO K$, es menor que el angulo, SDA , y que el angulo, SAO , y que otros qualesquiera semejantes, sera el descenso del peso, O , mas cercano al mouimiento natural del mismo peso, O , estando suelto, que en ningún otro sitio de la circunferencia, ODF . Demas desto, pues que la línea, CO , no puede impeler al peso, O , en quanto se mueue para abaxo, de tal manera, que se mueua fuera de la línea, OS , no corta al circulo, sino que le toca: y el angulo, SOC , es recto, y no agudo, estando el peso en, O , ninguna cosa grauitará sobre la línea, CO , ni estribará sobre el centro, de la manera que acóteciera sobre qualquiera otro punto, encima del punto, O . Luego por estas causas estara el peso en el punto, O , mas libre y suelto en este sitio, que en otro ninguno de toda la circunferencia FOG , y por tanto es en este sitio mas graue: quiero dezir, que grauitará mas q̃ en otro qualquiera sitio: y quanto mas cercano fuere el peso al punto, O , tanto sera mas graue, y la línea, CO , sustentará menos. Pues sigue de lo que se ha demostrado, que quanto la potencia, o peso tirare por mayor angulo, hasta llegar al angulo recto cō el braço de la libra, que hara mayor fuerza, que es lo mismo que ser mas graue, que es lo que se propuso.

El mayor angulo tiene mayor proporcion cō el menor, que no el seno del mayor angulo con el seno del menor.

En el circulo, $ACBD$, cuyo centro, E , se tiren los diametros, AC , BD , que se corten
en

en angulos rectos en el cétro, E : tomese vn qualquiera angulo, C E F, que pongamos q̄ sea de 60. grados, y quedará, F E D, de 30, grad. tirense, F H, F G, perpendiculares sobre, E D, E C, y sera, F H, seno del angulo C E F, y, F G, seno del angulo, F E G. Digo, que el angulo, C E F, tiene mayor proporcion cō el angulo, F E G, q̄ no, F H, seno del angulo, C E F, con, F G, seno del angulo, F E G, tirese, C F. La proporcion q̄ tiene el angulo, C E F, con el angulo, F E D, es como la que tiene la linea, C F, con, F G, porque la vna y la otra es dupla, siēdo, C D, quarta de circulo: y, F C, 60. grad. sera, F D, 30. y la linea, C F, sera semidiametro; y, F G, la mitad del semidiametro, pues por la, 8. del quinto de Euclides, C F, cō, F G, tiene mayor proporcion que no, H F, con la misma, F C: luego el angulo, C E F, tiene mayor proporció al angulo, F E G, que no el seno, F H, con el seno, F G.

Esto mismo se demostrarà en qualquiera otra proporcion de angulos, como si el angulo, C E F, fueſſe triplo del angulo F E D: tambien tendra mayor proporcion q̄ no el seno, F H,

Instrumentos de

con el seno, FG .

Dividase en la

figura siguiẽte,

el angulo, CEF ,

en tres partes

yguales, y q̃ ca-

davna sea yqual A

del angulo, FE

D , q̃serã, CL ,

LK , KF : tire-

se, EK , EL : ti-

rese tãbiẽ, CK ,

y seran, CN ,

KN , senos de

los angulos, CEL , KEL , los quales son yguales del seno

FG . Tambien se tire, FO , perpendicular sobre, EK , y sera

FO , yqual de KN : estiendase, FO , hasta que concorra con

KC , que sera en, M . En el triangulo, FCM , los dos lados

EM , MC , son mayores que el lado, FC : y los lados, FM ,

MC , son menores que los tres senos, FO , KN , CN , porque

FO , y, KC , q̃son los tres senos, son mayores q̃, FM , MC ,

porque si al seno, FO , se le añade, OM , a los senos, KC , se les

quita, KM , que es mayor que, OM : luego las lineas, FM ,

MC , son mayores que la linea, FC . Luego sigue se, que la linea

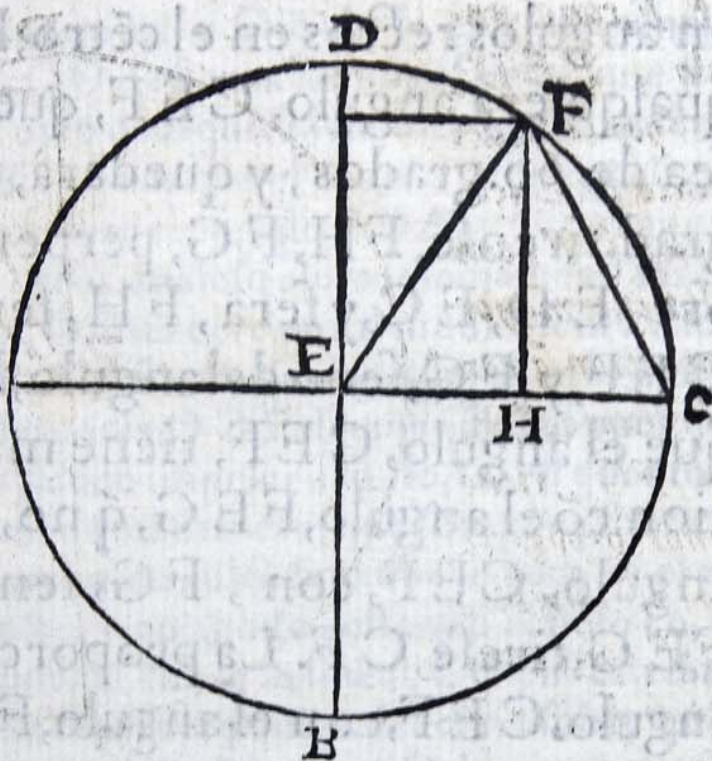
FC , no es tripla del seno, FG , que es yqual de qualquiera de

los senos, FO , KN , CN , sino que ha de ser menor que, FC ,

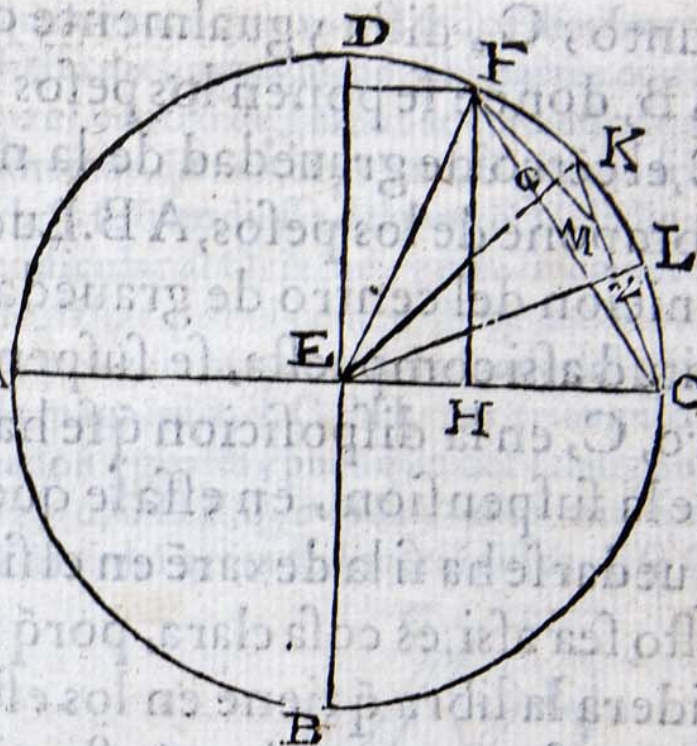
la linea de quien la linea, FC , fuere tripla. Pongamos que es

FP , y tendra, FC , con, FP , la misma proporciõ que el angulo

CEF ,



CEF , con el angulo, FED , pues por la 8. del quinto de Eucli. linea, CF , con FP , tiene mayor proporcion q̃ con FG : luego, CF , con, FG , tiene menor proporció que el angulo, CEF , con el angulo, FED : y la linea, CF , por la misma 8. del quinto, tiene mayor proporció con, FG , q̃, FH , cō, FC : luego el angulo, CEF , tiene mayor proporció con el angulo, FED , que no el seno, FH , con el seno, FG , que es lo q̃ se auia de demostrar. Esto mismo se puede demostrar en los demas angulos.



Pues esto así entēdido, prouemos lo primero, que si los pesos estuuieren fixos en los braços de la libra, y la mouieren, q̃ se quedará donde la dexaré. Sea la libra, AB , cuyo centro, C : y los pesos, A, B , que se pone que son yguales, y q̃ está fixos en los extremos de la libra, como en, AB . Pues mueuase la libra sobre el punto, C , y pongase en, EF : pues el punto

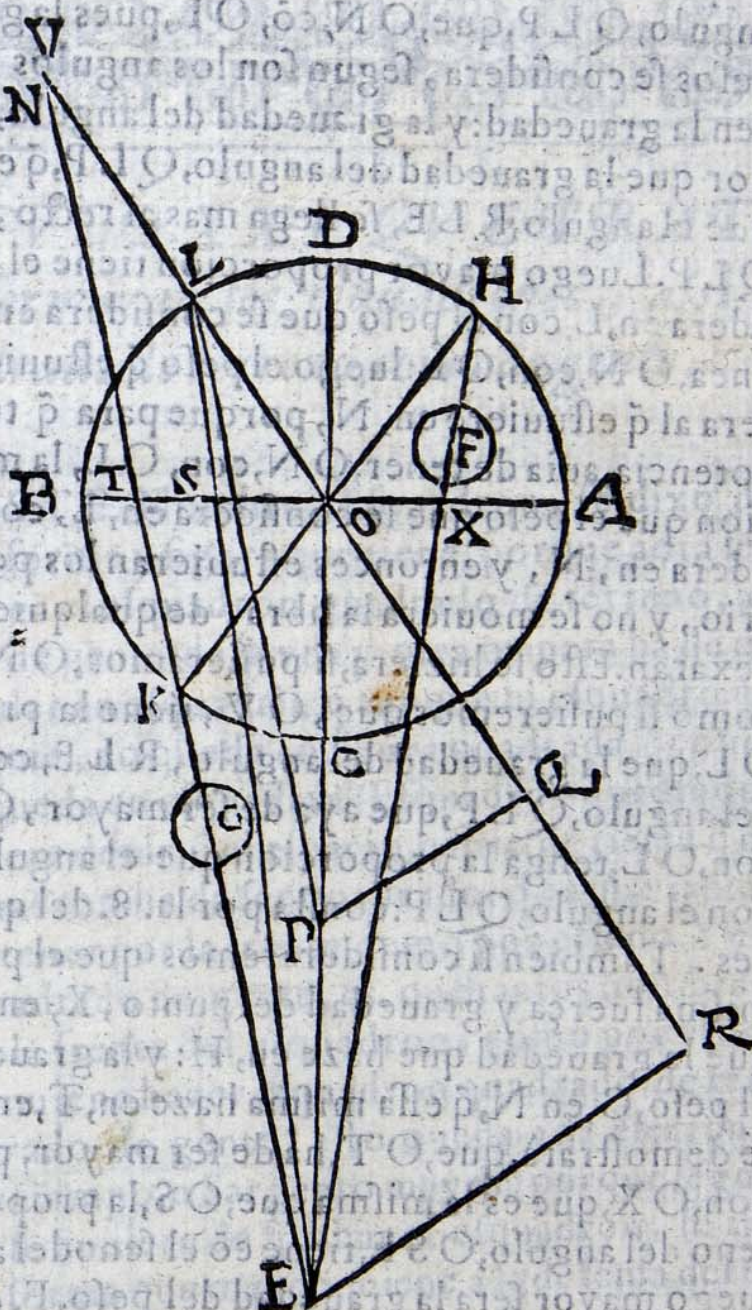
Instrumentos de

quedaua en el mismo sitio: y lo mismo quitando los triángulos, $E H C$, $C H F$, la magnitud, $E G F$, se quedaua en el mismo sitio: luego quitando los vnos y los otros triángulos, la magnitud, $E G F$, se quedará en el mismo sitio, colgada del cétro de su grauedad, C , que es lo q̄ se propuso.

Resta de demostrar, que si los pesos estuuieren libremente colgados de los extremos de los brazos de la libra, que en tal caso, si la libra está equidistante al Orizōte, fuere mouida, y la soltaren, se boluera a poner equidistante al Orizonte. Sea la libra equidistante al Orizonte, como, $A B$, y sea, $D O P E$, perpendicular sobre, $A B$, la qual se estienda hasta que llegue al centro del mundo, E : mueuase la libra al sitio, $H K$: y de los extremos, $H K$, se cuelguen los pesos, $F G$, de tal manera, que cō su grauedad se puedan poner en las lineas rectas, que van de los puntos H, K , al centro del mundo, como son las lineas, $H E, K E$. Pues digo, que siendo los pesos, F, G , yguales, que la libra $H K$, se boluera sobre, $A B$, equidistante al Orizonte. Hagase el angulo, $D E L$, ygal del angulo, $H E D$, y tirese $L E$: tambien se tire, $L O M$, y estiendase de vna y otra parte: y estiendase, $E K$, hasta que cōcurra con, $M L$, que sera en, N : tirese, $L P$, paralela de, $N E$. Demas desto, se tirē $P Q, E R$, perpendiculares sobre, $L M$. Pues el angulo $E L O$, es ygal del angulo, $E H O$: la fuerça y grauedad que tiene el peso, F , en la linea, $H E$, essa tendra el mismo peso en la linea, $L E$: tambien la grauedad que el peso, G , hiziere en la linea, $O K$, essa misma hara en la linea, $O N$. Luego la grauedad del peso, F , segun el angulo, $O L E$, y la grauedad del peso, G , se considera segun el angulo, $O N E$. Elto assi entendido, demostraremos como la libra se boluera al sitio, $A B$: Siendo, $L P$, paralela de, $N E$, sera el angulo, $O L P$, cuyo seno era, $P Q$, ygal del angulo, $O N E$, y del angulo, $O L E$, sera el seno, $E R$, por la 4. del

sexto

sexto de Euclides, como se ha, O E, cō R E, assi se ha O P, cō, Q P: y permutádo, como se ha O E, cō, O P, assi se ha, E R, cō Q P: y por la 2. del sexto de Euclid. como se ha, O P, cō, P E, assi se ha, O L, con, L N: y cōponiendo, como se ha, O E, cō O P, assi se ha O N, cō, O L: luego por la 22. del quinto de Euclid. la proporciō de O N, cō, O L, es como la de E R, con, P Q. Tenemos demostrado, q vn angulo con otro tiene mayor proporciō, que el seno de tal angulo al seno del otro angulo, luego el angulo, R L E, al angulo, Q L P, tiene mayor proporcion q, E R, seno del angulo, R L E, a, P Q seno del angulo, Q L P. Por



Q 2

lo

Instrumentos de

lo qual el angulo, $R L E$, tiene mayor proporcion con el angulo, $Q L P$, que, $O N$, cō, $O L$, pues la grauedad de los pesos se considera, segun son los angulos por donde hazen la grauedad: y la grauedad del angulo, $R L E$, es mayor que la grauedad del angulo, $Q L P$, q̄ es, $O N E$, porque el angulo, $R L E$, se llega mas al recto, que el angulo $Q L P$. Luego mayor proporcion tiene el peso q̄ se considera en, L , con el peso que se considera en, N , que no la linea, $O N$, con, $O L$: luego el peso q̄ estuuiere en, L , vencerá al q̄ estuuiere en, N , porque para q̄ tuuiesse y gual potencia, auia de tener, $O N$, con, $O L$, la misma proporcion que el peso que se considera en, L , con el que se cōsidera en, N , y entonces estuuieran los pesos en equilibrio, y no se mouiera la libra, de qualquiera sitio que la dexaran. Esto se hiziera, si pusieramos, $O N$, algo mayor; como si pusieramos que, $O V$, tiene la proporcion con $O L$, que la grauedad del angulo, $R L E$, con la grauedad del angulo, $Q L P$, que aya de ser mayor, $O N$, para que con, $O L$, tenga la proporcion que el angulo, $R L E$, tiene con el angulo, $Q L P$: consta por la. 8. del quinto de Euclides. Tambien si consideraremos que el peso, F , haze la misma fuerça y grauedad del punto, X , en la linea, $A O$, que la grauedad que haze en, H : y la grauedad que haze el peso, G , en N , q̄ esta misma haze en, T , en la linea, $O B$, se demostrará, que, $O T$, ha de ser mayor, para que tenga con, $O X$, que es la misma que, $O S$, la proporcion, que el seno del angulo, $O S E$, tiene cō el seno del angulo, $O T E$: luego mayor sera la grauedad del peso, F , en, H , que no la del peso, G , en, K . Por lo qual la grauedad del peso, F , sera mayor que la del peso, G , que es lo que se auia de demostrar.

CAP.



CAPITULO XXI. QUE TRATA
como se formaran los esquadrones, assi de
quadrado de terreno, como de gente.



ESTE Nombre, Esquadron, se dixo de la forma y figura que tiene, porque aora se haga el esquadron quadrado de terreno, aora de gente: de la vna y otra manera ha de quedar en esquadria; q̄ aunque el esquadro quadrado de gente, no queda en figura quadrada (como se dira) pero queda en esquadria. Esquadron quadrado de terreno, quiere dezir, q̄ el espacio, o sitio de tierra q̄ ocupare el esquadron, ha de ser quadrado, q̄ es que tanta longitud ha de tener por la frente, como por el lado. Y el esquadron quadrado de gente, es, que tantos hombres ha de auer por la frente del esquadron, como por el lado. Quando conuiene hazer esquadron quadrado de terreno, o quadrado de gente, esto queda a la eleccion del Maestro de Campo, o Sargento mayor, porque segun el sitio donde se huuiere de formar el esquadron, se tiene de elegir la forma que mas conuiene a la defensa del enemigo, y en esto no se puede dar regla: solamente aqui se enseñará, que conocida la gente que ay en el exercito, pueda saber con facilidad, quantos hombres puede poner por cada lado, aora sea en el esquadron quadrado de terreno, aora sea en el esquadron quadrado de gente.

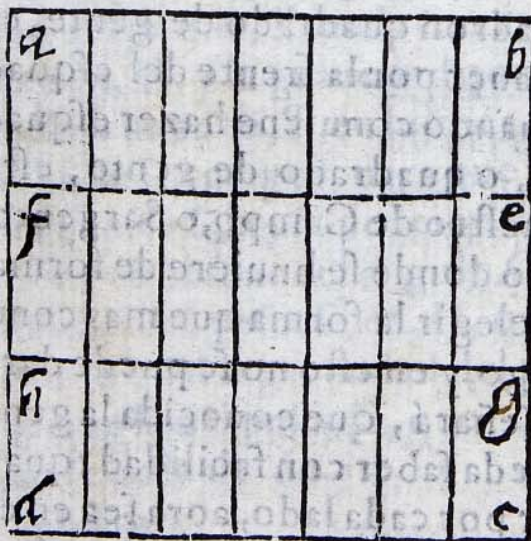
Q 3

Ense.

Instrumentos de

Enseñemos lo primero, como se formará el esquadron quadrado de terreno, para lo qual es necessario entender, que en la frente del esquadron ha de auer de vn hombre a otro tres pies, y en el lado siete pies. Esto as- si entendido, se tiene de buscar vn numero, que partido por tres, no sobre nada; y el mismo partido por siete, no sobre nada: lo qual se hará, multiplicando tres por siete, que haran veynte y vno. Pues este numero 21. nos seruirà de fundamento para conocer todos los numeros, que partido por tres y siete, no sobra nada: lo qual se hará duplicando, o triplicando, o quadruplicando el dicho numero 21. como si le quadruplicamos, haze vn numero de ochenta y quatro, el qual si le partieremos por tres, o por siete, no sobrarà nada.

Para que mejor entendamos como se forma este esquadron quadrado de terreno, pongamos vn exemplo en el numero veynte y vno, el qual partido por tres, y por siete, no sobra nada. Hagamos el quadrado siguiente, que por cada lado tenga veynte y vn pies, y sea, a b, la frente del esquadron, la qual se diuidirà en siete espacios yguales, y cada vno tendrá tres pies: y diuidase el lado, b c, en tres espacios yguales, y cada vno tendrá siete pies. De los puntos destas diuisiones, se tiren lineas equidistantes a los lados, a b, b c. Pues si consideramos la primera hilera, a b, hallaremos en ella ocho hombres, y en la següda, e f, otros



ocho,

Instrumentos de

Pies por lado.		Frente.		Lado.		Hombres.
21	—	8	—	4	—	32
42	—	15	—	7	—	105
63	—	22	—	10	—	220
84	—	29	—	13	—	377
105	—	36	—	16	—	576
126	—	43	—	19	—	817
147	—	50	—	22	—	1100
168	—	57	—	25	—	1425
189	—	64	—	28	—	1792
210	—	71	—	31	—	2201
231	—	78	—	34	—	2652
252	—	85	—	37	—	3145
273	—	92	—	40	—	3680
294	—	99	—	43	—	4257
315	—	106	—	46	—	4876
336	—	113	—	49	—	5537
357	—	120	—	52	—	6240
378	—	127	—	55	—	6985
399	—	134	—	58	—	7772
420	—	141	—	61	—	8601
441	—	148	—	64	—	9472
462	—	155	—	67	—	10385
						Pies

Pies por lado.		Frente.		Lado.		Hombres.
483	—	162	—	70	—	11340
504	—	169	—	73	—	12337
525	—	176	—	76	—	13376
546	—	183	—	79	—	14457
567	—	190	—	82	—	15580
588	—	197	—	85	—	16745
609	—	204	—	88	—	17952
630	—	211	—	91	—	19201
651	—	218	—	94	—	20492
672	—	225	—	97	—	21825
693	—	232	—	100	—	23200
714	—	239	—	103	—	24617
735	—	246	—	106	—	26076
756	—	253	—	109	—	27577
777	—	260	—	112	—	29120
798	—	267	—	115	—	31705
819	—	274	—	118	—	32332
840	—	281	—	121	—	34001
861	—	288	—	124	—	35712
882	—	295	—	127	—	37465
903	—	302	—	130	—	39260
R						Vfo

Instrumentos de

Vfo de la tabla precedente.

EN La tabla precedente ay quatro columnas de numeros. En la primera a la mano derecha, se pone el numero de los hombres que pueden hazer el esquadron quadrado de terreno. En la segunda columna se pone el numero de los hombres que tendra por lado. En la tercera columna, los que tendra en la frente. En la quarta, los pies que tendra el esquadron por cada lado: como si vn Capitan tuviessse, 15580. hombres, y dellos quisiessse formar vn esquadron quadrado de terreno, buscarà en la columna de los hombres, el numero 15580. y en frente deste, caminando a la mano yzquierda, hallarà 82. y tantos hombres se pondran por lado: y caminando a la mano yzquierda, hallarà otro numero, que es, 190. y tantos hombres pondra en la frente: y en frente deste, en la postrera columna, se hallarà este numero, 567. y tantos pies tiene cada lado del esquadron: lo qual hallaremos
fer

fer afsi, multiplicando 189. que es vno menos de los 190. (por la razon que atras se dixó) por tres: y tambien si multiplicaremos 81. que es vno menos de los 82. por siete, de la vna y la otra multiplicacion vendran los 567. que son los pies que el tal esquadron tendra por lado.

Si a caso el numero de los hombres, de que se tiene de formar el esquadron, no se hallare justo en la columna de los hombres, setomara el proximo menor, y se obrará como esta dicho: los soldados que sobraren despues de auer formado el esquadron, que de necesidad tienen de sobrar, siendo el numero de los hombres ygual de alguno de los que estan en la tabla, en la columna de los hombres, el Maestre de Campo, o

Sargento mayor, los acomodará en el lugar que mas conuiniere.

(.:.)

Instrumentos de Del esquadron quadrado de gente.

EL Esquadron quadrado de gente (como està dicho) ha de tener tantos hombres por el lado, como por la frente: y siendo quadrado de gente, no lo fera en la figura, porque siendo tantos hombres por vn lado como por otro, y entre vn hombre y otro de los del lado, ha de auer siete pies; y entre los de la frente, ha de auer tres pies, claro està que vendra a ser prolongado el esquadron. Para formar el esquadron quadrado de gente, es necessario saber el numero de soldados de que se tiene de formar, y deste numero sacar la rayz quadrada, que la tal rayz fera el numero de hombres que se tienen de poner en cada lado del esquadron. Y porque no todos los hombres saben sacar rayz quadrada, pondre la tabla figuiente, donde se pondran algunos numeros, y sus rayzes quadradas.

Vfo

Vfo de la tabla figuiente.

EN La tabla figuiente, se ponen en cada coluna dos ordenes de numeros: el primero de la mano derecha, es numero quadrado: el otro de la mano yzquierda, es su rayz quadrada; como si tomamos este numero 22500. hallaremos en su derecho, a la mano yzquierda, este numero, 150. el qual si le multiplicamos en si mismo, hara el numero, 22500. por lo qual diremos, que 150. es rayz quadrada de 22500. Pues sabido quantos hombres son, de los que se tiene de formar el esquadron, este numero se busque en alguna de las columnas, en los numeros de la mano derecha, y frontero, en la misma coluna, a la mano yzquierda, hallará su rayz quadrada, que fera el numero de los hombres que tiene de poner por lado. Sino hallare justo el numero de los hombres que tiene en su exercito, tome el proximo menor.

R 3

Rayz

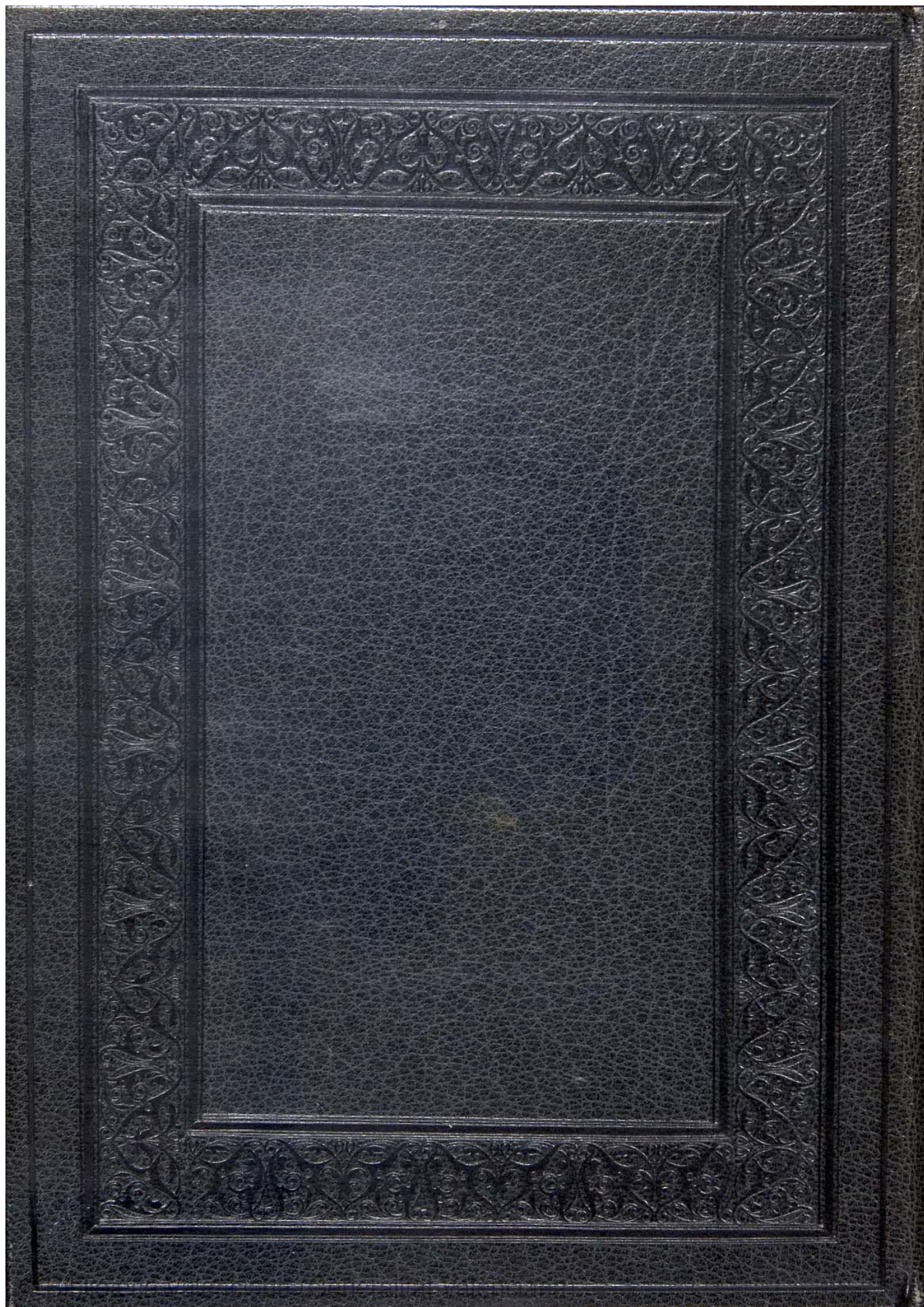
Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.	Raiz.	Num. quadra dos.	Raiz.	Num. quadra dos.	Raiz.	Num. quadra dos.
2	4	29	841	56	3136	83	6889
3	9	30	900	57	3249	84	7056
4	16	31	961	58	3364	85	7225
5	25	32	1024	59	3481	86	7396
6	36	33	1089	60	3600	87	7569
7	49	34	1156	61	3721	88	7744
8	64	35	1225	62	3844	89	7921
9	81	36	1296	63	3969	90	8100
10	100	37	1369	64	4096	91	8281
11	121	38	1444	65	4225	92	8464
12	144	39	1521	66	4356	93	8649
13	169	40	1600	67	4489	94	8836
14	196	41	1681	68	4624	95	9025
15	225	42	1764	69	4761	96	9216
16	256	43	1849	70	4900	97	9409
17	289	44	1936	71	5041	98	9604
18	324	45	2025	72	5184	99	9801
19	361	46	2116	73	5329	100	10000
20	400	47	2209	74	5476	101	10201
21	441	48	2304	75	5625	102	10404
22	484	49	2401	76	5776	103	10609
23	529	50	2500	77	5929	104	10816
24	576	51	2601	78	6084	105	11025
25	625	52	2704	79	6241	106	11236
26	676	53	2809	80	6400	107	11449
27	729	54	2916	81	6561	108	11664
28	784	55	3025	82	6724	109	11881

Raiz quadra- drada.	Num. quadra dos.	Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.	Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.	Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.
110	12100	136	18496	162	26244	188	35344
111	12321	137	18769	163	26569	189	35721
112	12544	138	19044	164	26896	190	36100
113	12769	139	19321	165	27225	191	36481
114	12996	140	19600	166	27556	192	36864
115	13225	141	19881	167	27889	193	37249
116	13456	142	20164	168	28224	194	37636
117	13689	143	20449	169	28561	195	38025
118	13924	144	20736	170	28900	196	38416
119	14161	145	21025	171	29241	197	38809
120	14400	146	21316	172	29584	198	39204
121	14641	147	21609	173	29929	199	39601
122	14884	148	21904	174	30276	200	40000
123	15129	149	22201	175	30625		
124	15376	150	22500	176	30976		
125	15625	151	22801	177	31329		
126	15876	152	23104	178	31684		
127	16129	153	23409	179	32041		
128	16384	154	23716	180	32400		
129	16641	155	24025	181	32761		
130	16900	156	24336	182	33124		
131	17161	157	24649	183	33489		
132	17424	158	24964	184	33856		
133	17689	159	25281	185	34225		
134	17956	160	25600	186	34596		
135	18225	161	25921	187	34969		

Instrumentos de

Es de advertir, que aqui auemos enseñado a formar los esquadrones, sin tener atencion a la plaça de armas que en medio de ellos se suele poner, para la conseruacion de los preparamentos que en la guerra se acostumbran: pero como aqui no ha sido mi intencion sino euitar el trabajo que en este caso se suele ofrecer, y que no aya en que reparar, sino que repentinamente puedan formar sus esquadrones, de vna, o de otra manera, escriui este breue discurso y cuenta; que despues de formado el esquadron, puede el Maestre de Campo sacar de medio del, los soldados que le pareciere que ocupan el lugar que es necessario para la plaça de armas: y estos soldados que de alli sacare, y los que le sobraron quando formò el esquadron, los puede ocupar en otros lugares, donde pidiere la necesidad.

L A V S D E O.



estacion se tornará a ver por los agujeros de las pinulas el extremo de la cosa que se mide, y se notará donde cae el perpendicular en el lado, KH , y pongo que cae en el punto, p . Pues estendiendo el perpendicular que cae del punto, e , por el punto, o , y el perpendicular que cae del punto, o , por el punto, p , se cortarán los dos perpendiculos en el punto, q . Pues caminando del punto, q , por la paralela que por alli passare, hasta el lado en , como muestra la linea, qm , que lo que huviere del punto, e , al punto, m , sera la altura de la cosa que se mide, que aqui serian diez y ocho passos.

Demostracion desta pratica.

Sea el plano del Horizonte, sb : y la altura que se mide ab , perpendicular sobre el Horizonte. Sea la primera estacion en el punto, d , de donde se vea el punto, a , por los agujeros de las pinulas, y sera el rayo visual, dKa : entonces el perpendicular que cae del punto, e , cortará el lado, Kl , en, o , pasando a la segunda estacion, que sea en el punto, s , tornando a ver el punto, a , por los agujeros de las pinulas: y estando el perpendicular en el punto, n , tantos puntos apartado del punto, e , quantos passos ay entre las dos estaciones, ds , cortará el perpen-

A 3 diculo

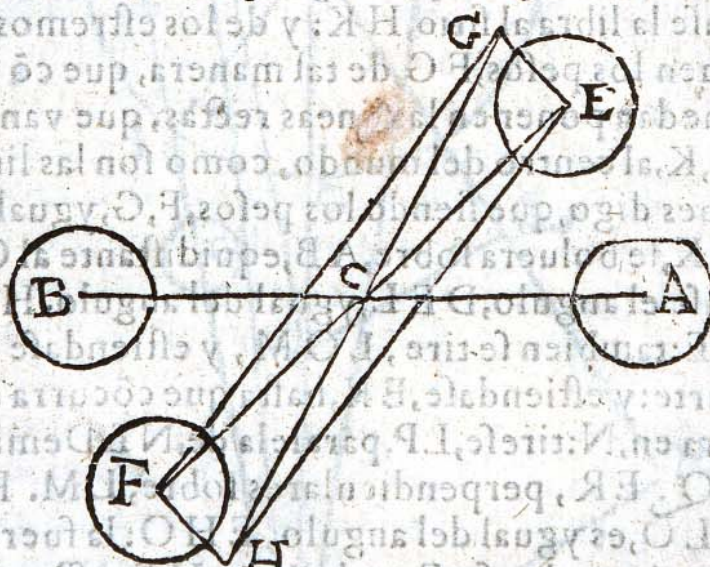
*La figura esta
ala vuelta
desta hoja*

Instrumentos de

punto, C, dista yualmente de los puntos A B, donde se ponen los pesos, fera el pũto C, el cẽtro de grauedad de la magnitud q̃ se compone de los pesos, A B. Luego por la definicion del centro de grauedad, si esta magnitud asì compuesta, se suspendiera del cẽtro, C, en la disposicion q̃ se hallarẽ al tiẽpo de la suspension, en essa se quedarà: luego quedar se ha si la dexarẽ en el sitio, E F. Que esto sea asì, es cosa clara, porq̃ aqui no se cõsidera la libra q̃ tiene en los estremos, A B, dos pesos, o potencias, q̃ estando tirando, o grauitando derechamẽte al centro del mũdo (como luego diremos) fino vn cuerpo, cuyo centro de grauedad, es el pũto, C, y este es el que grauita para el centro del mũdo: porque si el cuerpo, E C F, estuuiesse suelto y libre, el cẽtro, C, se moueria por vna linea recta, hasta llegar al centro del mundo, como hazen todos los centros de grauedad de los demas cuerpos.

Aunque de lo dicho queda bien aueriguado lo presu-
puesto, pero para mas satisfacion, hagase el paralelogra-
mo rectangulo, E G F H, y tirese, G H, la qual passara por
el punto, C, donde sera el cẽtro de grauedad de la magni-
tud,

tud, E G F H, porque cō qualquiera de los dos diametros se diuide por medio la dicha magnitud, y en partes equeponderantes: luego el centro de grauedad sera donde se cortan los dos diametros, q̄ es en el punto, C: luego si la magnitud, E G F H, se suspendiessse del punto, G, la linea G C F, seria perpendicular al Orizōte, y esta linea, necessariamente tiene de passar por el centro de grauedad, q̄ es el punto, c. Pues pongamos que está colgada del p̄nto c, y que faltan de la magnitud, E G F H, los triangulos, E G C, G C F, que son yguales, pues que del triangulo, E H G, y del triangulo, G H F, que cada vno es mitad de la magnitud, E G F H, se há quitado los triángulos, E G C, G C F, quedará el triángulo, E C H, y el punto, c, está ygualem̄te distante de los pesos E F: luego estando colgada la magnitud, E H F, del punto, c, no mudaria del lugar que tenia quando estaua la magnitud, E G H F, toda entera, y colgada del mismo punto, c. Lo mismo aconteceria, si se quitasse de la magnitud, E G H F, los triangulos, E C H, C H F. Pues siendo esto assi, quitense los vnos y los otros triangulos, y quedará solo el cuerpo, E C F, ò por mejor dezir, la magnitud, E C F, colgada del centro, c: pues quitando los triangulos, E G C, G C F, la magnitud, E H F, se



Q

quedaua